

JĘDRZEJ SZYGUŁA, WŁADYSŁAW BARZDAJN, WOJCIECH KOWALKOWSKI

Wpływ sposobu sadzenia na wzrost uprawy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) założonej na gruncie porolnym

Effect of the planting method on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation established on former agricultural land

ABSTRACT

Szyguła J., Barzdajn W., Kowalkowski W. 2012. Wpływ sposobu sadzenia na wzrost uprawy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) założonej na gruncie porolnym. Sylwan 156 (2): 88-99.

The experiment area was located in the territory of the Góra Śląska Forest District (western Poland). The plantation was established in 2000 on former agricultural land. One- and two-year-old Scots pine seedlings were used in the experiment. The planting methods applied included wedge planting with a traditional forest and Huff's dibblers, a garden planting spade, a 'Junack' spade and three types of planting machines. Measurements were taken in 2000, 2001, 2002, 2003 and 2008. Differences in the growth characteristics of plantations and young stands are not only statistically significant, but also of great practical importance. The operation of planting machines was significantly more effective, which was manifested in a higher survival rate, height growth, and larger breast height diameters and total basal area. Huff's dibbler fell short of expectations as a hand tool.

KEY WORDS

Scots pine, afforestation, planting methods

ADDRESSES

Jędrzej Szyguła ⁽¹⁾ – e-mail: jedrzej.szygula@poznan.lasy.gov.pl

Władysław Barzdajn ⁽²⁾ – e-mail: barzdajn@up.poznan.pl

Wojciech Kowalkowski ⁽²⁾ – e-mail: wojkowl@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Poznaniu; ul. Gajowa 10; 60-959 Poznań

⁽²⁾ Katedra Hodowli Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 69; 60-625 Poznań

Wstęp

Jednym z istotniejszych zagadnień hodowlano-leśnych jest właściwy dobór technologii zakładania upraw, obejmującej sposób przygotowania gleby, rodzaj sadzonek, porę sadzenia i narzędzia do jego wykonania. Efekt odnowienia lub zalesienia mierzyć można udatnością, tempem wzrostu uprawy i jakością otrzymanych młodników. Korzystny efekt powinien być osiągnięty minimalnymi nakładami.

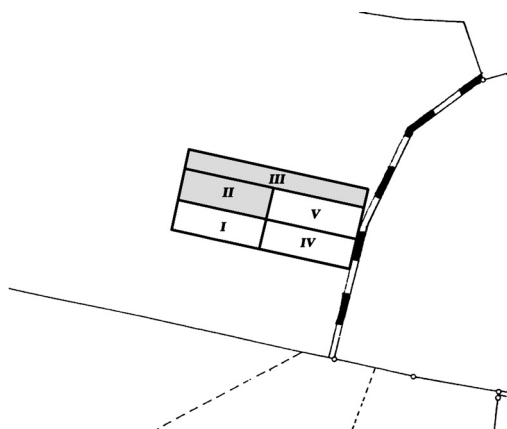
Rozmiar zalesień wykonywanych w Nadleśnictwie Góra Śląska jest na tyle duży, aby uzasadnić użycie do tego celu maszyn zwiększających wydajność pracy ludzkiej. Pracochłonność operacji sadzenia ma znaczenie nie tylko w sytuacji dużych zadań, lecz także w normalnych warunkach. Brak systematycznych i poprawnych metodycznie porównań pomiędzy jakością pracy sadzarek a jakością pracy przy użyciu tradycyjnych narzędzi ręcznych skłonił autorów do wykonania odpowiednich badań porównawczych.

Celem pracy jest uzyskanie odpowiedzi na pytanie o to, czy sposób sadzenia wpływa na udatność i wzrost uprawy po posadzeniu, a zwłaszcza, czy pracę narzędzi ręcznych można zastąpić pracą sadzarek, nie tracąc przy tym na udatności i wzroście po posadzeniu.

Materiał i metody

Doświadczenie założono wiosną 2000 roku oddziale 118Aa Leśnictwa Siciny w Nadleśnictwie Góra Śląska (Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Poznaniu) (ryc. 1). Według regionalizacji przyrodniczo-leśnej [Tramplera i in. 1990] obszar badań położony jest w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, w Dzielnicy Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej, w Mezoregionie Pojezierza Wielkopolskiego (III.7.b). Uprawę założono jako zalesienie słabego i bardzo słabego użytku zielonego na glebie brunatno-rdzawej, wytworzonej z piasków luźnych na piaskach słabo gliniastych. Siedlisko powierzchni doświadczalnej zakwalifikowano jako las mieszany świeży (LMśw). Glebę przygotowano w poprzednim sezonie wegetacyjnym przez wyoranie co 1,5 m bruzd pługiem dwuodkładnicowym i pogłębienie ich dna.

Uwagę autorów zwróciły następujące typy sadzarek, których krótki opis przytaczamy za Więsikiem i Aniszewską [2011]. Sadzarka L76 nadaje się do sadzenia na gruntach porolnych i na powierzchniach pozrębowych (zapniaczonych). Poza kierowcą ciągnika obsługuje ją jeden robotnik, który wkłada sadzonki w obracające się zaciski chwytaków. Koło chwytakowe obraca się i sadzonki zostają umieszczone w wykonanej przez redlicę szczelinie w glebie. Na końcu dwa koła zamykają szczelinę i dociskają glebę po obu stronach sadzonki. Sadzarka GNKp jest przeznaczona do sadzenia wszystkich gatunków drzew o długości pędów do 60 cm, również na zrębach niekarczowanych. Umożliwiają to dwa gumowe koła, między które robotnik wkłada sadzonkę. Podczas obrotu koła zaciskają się i podają sadzonkę do szczeliny w glebie wykonanej za pomocą kroju i redlicy. Dwa metalowe koła dociskowe zaciskają glebę wokół sadzonki. Dwurzędowa o regulowanym rozstawie sadzenia sadzarka Egedal najlepiej sprawdza się przy zalesianiu gruntów porolnych, na powierzchniach niezapniaczonych. Robotnicy wkładają sadzonki bezpośrednio w szczeliny w glebie wykonane za pomocą redlic. Koła metalowe dociskają glebę wokół sadzonki. Wadą tej sadzarki jest niewygodna pozycja pracy robotników. Spośród narzędzi ręcznych do sadzenia dwulatek wykorzystano tradycyjną łopatę ogrodniczą, rutynowo stosowaną do sadzenia w jamkę, oraz łopatę „Junack”, z ostrzem cylindrycznym, skonstruowaną specjalnie do wykonywania jamek, lecz w kraju na ogół nieznaną. Do sadzenia jednolatek użyto tradycyjnego kostura leśnego o klinowatym ostrzu oraz kostura Huffa, o ostrzu jednostronnie



Ryc. 1.

Szkic sytuacyjny powierzchni doświadczalnej
Location of the experimental area

Cyframi rzymskimi oznaczono numery bloków – powtórzeń
Roman numerals indicate block numbers – replications

wygiętym, przeznaczonym do sadzenia na ukos, podobnie jak sadzenie pod motykę. Praca kosturem Huffa jest lżejsza od pracy tradycyjnym kosturem, a jej wydajność jest większa o około 25% [Giefing i in. 2003].

W doświadczeniu zastosowano 8 obiektów: 5 sadzonek dwuletних i 3 jednoroczne. Sadzonki dwuletnie sadzono sadzarkami: L76, GNKp i Egedal oraz ręcznie łopatą ogrodniczą i łopatą „Junack”. Jednolatki sadzono sadzarką L76 oraz ręcznie: zwykłym kosturem leśnym oraz kosturem Huffa. Zastosowano układ doświadczalny bloków losowanych kompletnych z pięcioma powtórzeniami (ryc. 2). Ze względu na wymagania dotyczące pracy maszyn poletkom elementarnym nadano kształt wydłużonych prostokątów o dłuższym boku wynoszącym 100 m i krótszym boku 4,5 m. Poletko składa się z trzech bruzd o długości 100 m. Odstęp między sadzonkami w bruzdzie (około 67 cm) dobrano tak, aby na 1 ha przypadało 10 000 sadzonek. Przewidywano, że doświadczenie zostanie zakończone w końcu fazy uprawy. W tej fazie rozwojowej drzewka rosną bez zwarcia i dlatego założono, że wzajemny wpływ na siebie poletek należących do różnych obiektów jest ta tyle mały, że może być pominięty, i że szerokość poletek wynosząca trzy rzędy sadzenia jest wystarczająca.

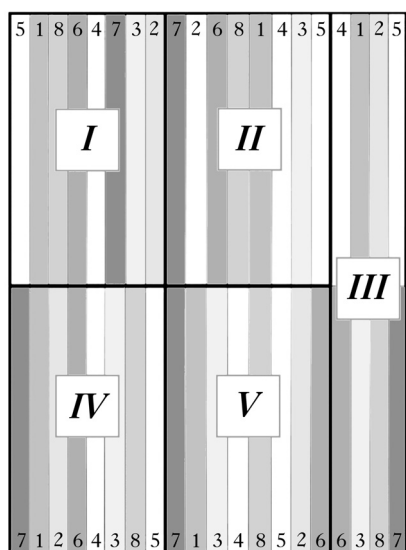
Jesienią 2000, 2001, 2002 i 2003 roku pomierzono wysokości wszystkich sadzonek w środowiskach dla poletek bruzdach. Z liczby pomiarów ustalono udatność sadzenia i przeżywalność. Jesienią w roku 2008 oprócz wysokości pomierzono także pierśnice, a na ich podstawie określono pierśnicowe pole przekroju.

Do opracowania danych zastosowano analizę wariancji według stałego modelu klasyfikacyjnego:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij}$$

gdzie:

- y_{ij} – średnia arytmetyczna wartość cechy na poletku należącym do i -tego obiektu i j -tego bloku,
- μ – średnia arytmetyczna wartość cechy w doświadczeniu,
- a_i – efekt i -tego obiektu,
- b_j – efekt j -tego bloku,
- e_{ij} – efekt błędu na rozpatrywanym poletku.



- 1 – 2/0 sadzarka L76
- 2 - 2/0 łopata Junack
- 3 - 2/0 sadzarka GNKp
- 4 - 2/0 sadzarka Egedal
- 5 - 2/0 łopata ogrodnicza
- 6 - 1/0 sadzarka L76
- 7 - 1/0 kostur leśny tradycyjny
- 8 - 1/0 kostur Huffa

Ryc. 2.

Rozmieszczenie obiektów w doświadczeniu
Distribution of the experimental plots

Cyframi arabskimi oznaczono numery obiektów, a rzymskimi – numery bloków
Arabic numerals indicate site numbers, while roman ones – block numbers

Dane dla przeżywalności, wyrażone frakcją żywych drzewek, przed opracowaniem przekształcano według formuły $y = \arcsin(p)^{0,5}$.

We wszystkich analizach otrzymano istotne zróżnicowanie obiektów, co upoważniło do poszukiwania obiektów różniących się między sobą. Wybrano metodę budowy kontrastów wzajemnie ortogonalnych [Elandt 1964; Wójcik, Laudański 1989], której wyniki zamieszczano w tabelach analizy wariancji. Skonstruowano następujące kontrasty:

1. Sadzonki dwuletnie *contra* sadzonki jednoroczne.

W obrębie sadzonek dwuletnich:

2. Sadzenie sadzarkami *contra* sadzenie łopatami.
3. Sadzenie sadzarkami L 76 i GNKp *contra* sadzenie sadzarką Egedal.
4. Sadzenie sadzarką L 76 *contra* sadzenie sadzarką GNKp.
5. Sadzenie łopata ogrodniczą *contra* sadzenie łopata „Junack”.

W obrębie sadzonek jednorocznych:

6. Sadzenie sadzarką L 76 *contra* sadzenie kosturami.
7. Sadzenie kosturem leśnym *contra* sadzenie kosturem Huffa.

System kontrastów jest więc kompletny, a sumy kwadratów dla kontrastów składają się na sumy kwadratów dla obiektów. Pojedynczy kontrast ma jeden stopień swobody. Istotny kontrast świadczy o istnieniu różnic pomiędzy przeciwstawianymi sobie grupami obiektów.

Wyniki

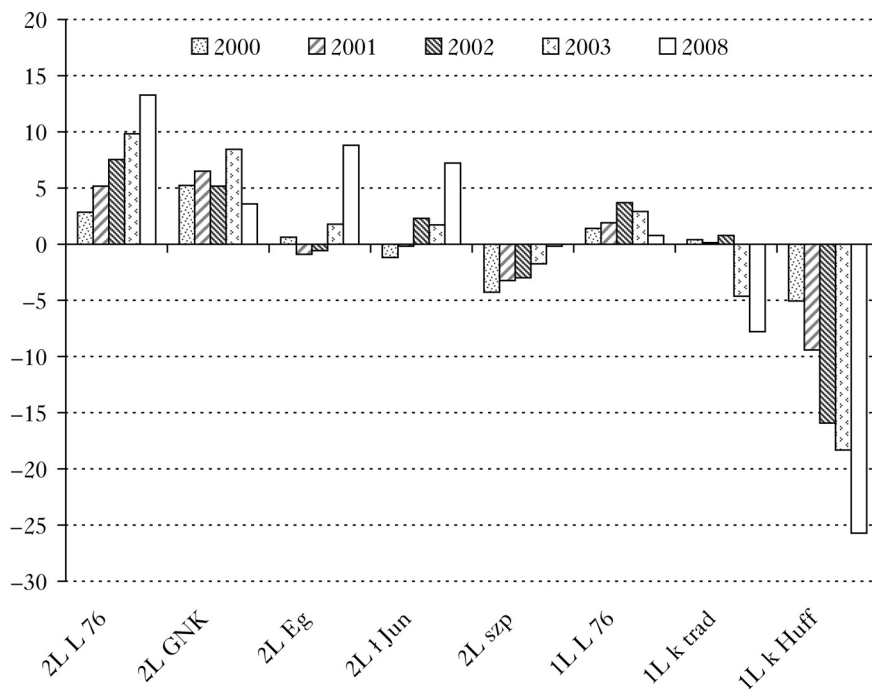
Ocena przeżywalności i wzrostu upraw jest dla wszystkich obiektów zadowolająca, jednak różnice między obiektami są wyraźne (tab. 1). We wszystkich latach pomiarów stwierdzono istotne zróżnicowanie obiektów. W każdym roku istotnie wyższą przeżywalność wykazały sadzonki dwuletnie (tab. 2). Także w każdym roku użycie sadzarek do sadzenia dwuletnich sadzonek dawało istotnie wyższą przeżywalność od sadzenia łopatami. Różnice pomiędzy zastosowaniem różnych typów sadzarek zaniknęły do 2008 roku. Różnic pomiędzy zastosowaniem różnych łopat nie wykryto. W wypadku jednolatek tylko po pierwszym sezonie wegetacyjnym nie wykryto różnic pomiędzy zastosowaniem sadzarki a użyciem kosturów. W następnych latach przeżywalność drzewek posadzonych sadzarką była wyraźnie wyższa od przeżywalności drzewek posadzonych kosturami. Wyniki zastosowania kostura Huffa były jednoznacznie gorsze od wyników sadzenia tradycyjnym kosturem leśnym. Początkowo efekty poszczególnych obiektów są niewielkie, lecz z czasem rosną, i maksymalne są w ostatnim roku pomiarów (ryc. 3). Po pierwszym sezonie wegetacyjnym największą udatność stwierdzono w wypadku sadzenia dwulatek sadzarką GNKp (efekt wyrażony w punktach procentowych wyniósł +5,23), a najniższą (–5,05) w wypadku jednolatek sadzonych kosturem Huffa. Po dziewięciu sezonach wegetacyjnych najwyższy efekt (sadzenie dwulatek sadzarką L76) wyniósł już +13,27, a najniższy –25,70 (sadzenie jednolatek kosturem Huffa). Efekty obiektowe w ciągu tych dziewięciu sezonów wegetacyjnych nie zmniejszyły się, lecz wielokrotnie wzrosły.

Także w wypadku wysokości różnice międzyobektowe są istotne dla każdego roku pomiaru (tab. 3). We wszystkich latach wysokość upraw (i młodnika) założonych dwulatkami jest większa od upraw założonych jednolatkami. Dla każdego roku wysokość po posadzeniu dwulatek sadzarkami jest istotnie większa niż po posadzeniu łopatami. Różnic wysokości pomiędzy obiektami sadzonymi różnymi sadzarkami nie udowodniono. Również zastosowanie różnych typów łopat nie wpłynęło na zróżnicowanie wysokości. W wypadku sadzonek jednorocznych wynik dotyczący wysokości jest w zasadzie taki sam jak w wypadku przeżywalności. Najlepszy

Tabela 1.

Wartości średnie cech sosen uzyskane w okresie pomiarów
Average values of pine characteristics during the measurements

	Dwulatki					Jednolatki		
	Sadzarka L76	Sadzarka GNKp	Sadzarka Egedal	Łopata „Junack”	Łopata ogrodnicza	Sadzarka L76	Kostur leśny	Kostur Huffa
Udatność [%]								
2000	96,86	99,25	94,64	92,83	89,75	95,41	94,42	88,97
2001	96,14	97,47	90,08	90,81	87,74	92,88	91,11	81,58
2002	95,57	93,21	87,47	90,34	85,06	91,74	88,82	72,12
2003	93,84	92,45	85,79	85,72	82,27	86,92	79,39	65,71
2008	92,32	87,86	86,27	82,64	78,89	79,83	71,29	53,36
Wysokość [cm]								
2000	38,21	35,39	37,88	35,11	35,10	14,69	12,00	11,00
2001	66,42	66,07	67,02	57,50	56,32	43,98	35,83	32,74
2002	116,32	112,31	111,36	102,28	97,25	80,33	69,54	60,54
2003	171,55	161,46	159,57	146,39	141,05	116,51	100,64	87,81
2008	530,60	527,00	517,20	506,20	494,80	436,40	403,60	370,8
Pierśnica [cm]								
2008	5,76	5,64	6,21	5,69	5,76	5,26	4,76	4,34
Pierśnicowe pole przekroju [m ² /ha]								
2008	27,80	25,19	23,06	23,33	22,01	18,28	14,98	9,33



Ryc. 3.

Wpływ wieku sadzonek i metod sadzenia na efekty przeżywalności [%]
Influence of the age of seedlings and planting methods on the survival rate [%]

Tabela 2.

Wyniki analizy wariancji przeżywalności w latach pomiaru

Results of the analysis of variance for survival in the years of measurement

Źródło wariancji	Stopnie swobody	Wartość funkcji testowej F w latach					F _{0,001}
		2000	2001	2002	2003	2008	
Bloki	4	3,2609	1,4393	2,8363	2,0875	2,9247	6,25
Obiekty	7	6,1915	7,2558	6,0776	6,0202	9,0547	4,93
Dwulatki <i>contra</i> jednolatki	1	4,6659	9,3571	9,2674	18,2951	37,4539	13,50
Sadzarki <i>contra</i> łopaty	1	18,9478	12,5147	4,4246	5,5666	6,9709	13,50
Egedal <i>contra</i> (L76+GNKp)	1	4,5891	11,5787	6,3281	4,4329	0,6872	13,50
L76 <i>contra</i> GNKp	1	4,6839	0,9057	0,1089	0,0013	0,6674	13,50
Łopata „Junack” <i>contra</i> szpadel	1	1,8499	1,3369	1,8406	0,6294	0,5175	13,50
Sadzarka L76 <i>contra</i> kostury	1	3,7462	6,4517	8,7026	8,6140	10,0525	13,50
Kostur Huffa <i>contra</i> tradycyjny	1	4,8580	8,6457	11,8711	4,6025	7,0334	13,50

Tabela 3.

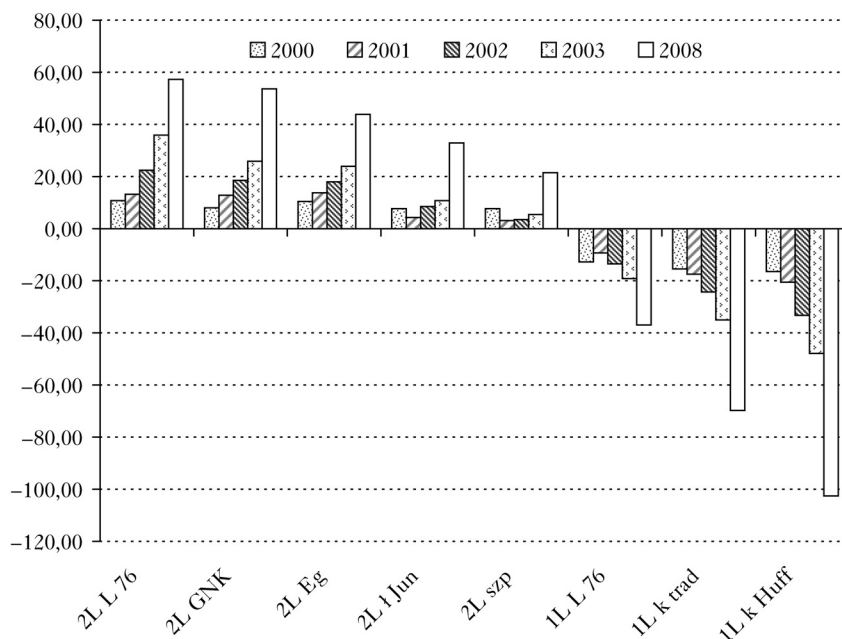
Wyniki analizy wariancji wysokości w latach pomiaru

Results of the analysis of variance for height growth in the years of measurement

Źródło wariancji	Stopnie swobody	Wartość funkcji testowej F w latach					F _{0,001}
		2000	2001	2002	2003	2008	
Bloki	4	1,98	3,24	1,51	1,72	4,50	6,25
Obiekty	7	365,40	60,41	56,48	41,35	46,47	4,93
Dwulatki <i>contra</i> jednolatki	1	2517,21	367,45	339,10	244,68	287,91	13,50
Sadzarki <i>contra</i> łopaty	1	12,03	34,20	28,34	22,22	8,84	13,50
Egedal <i>contra</i> (L76+GNKp)	1	1,84	0,12	0,53	1,42	1,11	13,50
L76 <i>contra</i> GNKp	1	9,44	0,02	0,96	2,25	0,08	13,50
Łopata „Junack” <i>contra</i> szpadel	1	0,00	0,22	1,60	0,63	0,80	13,50
Sadzarka L76 <i>contra</i> kostury	1	16,07	19,41	19,70	14,63	19,91	13,50
Kostur Huffa <i>contra</i> tradycyjny	1	1,19	1,48	5,13	3,64	6,64	13,50

wynik dała sadzarka, a jest on istotnie lepszy od wyników przy użyciu kosturów. Kostur Huffa wpłynął na istotnie mniejszą wysokość uprawy i młodnika w latach 2002 i 2008 w porównaniu z tradycyjnym kosturem leśnym. Efekty dotyczące wysokości wykazywane w różnych latach przez różne obiekty są jeszcze wyraźniejsze niż w wypadku przeżywalności (ryc. 4). Najlepszy obiekt (sadzenie dwulatek sadzarką L76) wykazał w 2000 roku efekt +10,79 cm, a do roku 2008 wzrósł on do +57,28 cm. Efekt najgorszego obiektu wyniósł w 2000 roku -16,42 cm i do roku 2008 zmniejszył się do -102,53 cm. Różnica między tymi obiektami wzrosła więc w okresie 8 lat z 27 cm do niemal 160 cm.

Średnia pierśnica wynosiła od 4,34 cm do 6,21 cm (tab. 4), co świadczy o tym, że w młodniku jest już grubizna. W młodniku stwierdzono 29% drzew, które przekroczyły pierśnicę 7 cm (dane nieprezentowane). Stwierdzono istotne zróżnicowanie obiektów pod względem pierśnicy i pierśnicowego pola przekroju (tab. 4). Otrzymano istotny kontrast pomiędzy dwulatkami a jednolatkami. W wypadku dwulatek nie stwierdzono przekonywującej różnicy pomiędzy zastosowaniem sadzarek i łopat. Pozornie korzystny wynik dla sadzarki Egedal dotyczący pierśnicy mógł wynikać ze stosunkowo małego zagęszczenia drzewek. W wypadku jednolatek otrzymano znacząco lepszy wynik dla sadzarki L76 w porównaniu z kosturami, tak w wypadku pierśnicy, jak i pola przekroju. Dla tej drugiej cechy udowodniono znacząco lepszy wynik dla tradycyjnego kostura leśnego w porównaniu z kosturem Huffa. Efekty dla pierśnicy wahają się od +0,78 cm (dwulatkii sadzone sadzarką Egedal) do -1,08 cm (jednolatki sadzone kosturem Huffa), czyli bezwzględna różnica wynosi 1,86 cm (ryc. 5). Dla pierśnicowego pola przekroju efekty wahają się od 7,30 m²/ha (dwulatkii sadzone sadzarką L 76) do -11,17 m²/ha (jednolatki sadzone kosturem Huffa). Bezwzględna różnica wynosi 18,47 m²/ha, tj. 198% wartości najgorszego obiektu (ryc. 6).



Ryc. 4.

Wpływ wieku sadzonek i metod sadzenia na efekty wysokości [cm]
Influence of the age of seedlings and planting methods on height [cm]

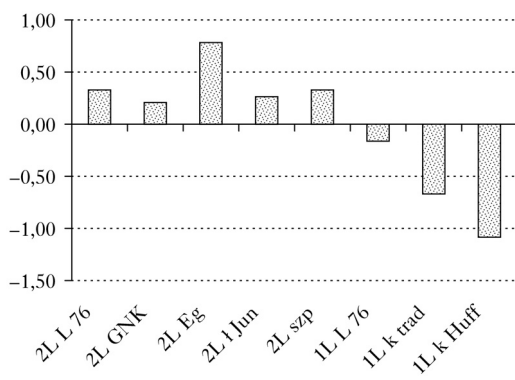
Dyskusja

Otrzymane wyniki można rozpatrywać pod względem co najmniej dwóch aspektów. Jednym z nich jest zastosowanie materiału sadzeniowego w różnym wieku, a drugim – technika sadzenia. W naszych badaniach zastosowanie dwulatek sosny zwyczajnej było skuteczniejsze od zastosowania jednolatek. Obie kategorie sadzonek dały podobne udatności (pomijając kostur Huffa, którego zastosowanie wyraźnie pogorszyło przeżywalność), ale w wypadku dwulatek wzrost upraw

Tabela 4.

Wyniki analizy wariancji średniej pierśnicy (D) i pierśnicowego pola przekroju (G) w 2008 roku
Results of the analysis of variance for mean breast height diameter (D) and total basal area (G) in 2008

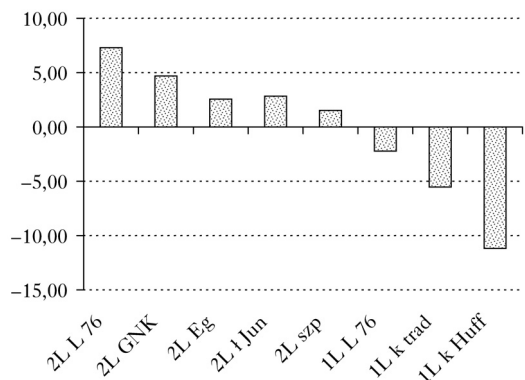
Źródło wariancji	Stopnie swobody	Wartość funkcji test. F		F _{0,05}	F _{0,01}	F _{0,001}
		D	G			
Bloki	4	1,8491	2,1510	2,71	4,07	6,25
Obiekty	7	12,2760	15,3823	2,36	3,36	4,93
Dwulateki <i>contra</i> jednolatki	1	64,8076	81,3522	4,20	7,64	13,50
Sadzarki <i>contra</i> łopaty	1	0,8229	3,6728	4,20	7,64	13,50
Egedal <i>contra</i> (L76+GNKp)	1	5,8812	3,3545	4,20	7,64	13,50
L76 <i>contra</i> GNKp	1	0,2375	1,4463	4,20	7,64	13,50
Łopata „Junack” <i>contra</i> szpadel	1	0,0710	0,3697	4,20	7,64	13,50
Sadzarka L76 <i>contra</i> kostury	1	11,2520	10,6682	4,20	7,64	13,50
Kostur Huffa <i>contra</i> tradycyjny	1	2,8598	6,8121	4,20	7,64	13,50



Ryc. 5.

Wpływ wieku sadzonek i metod sadzenia na efekty pierśnic w 2008 roku [cm]

Influence of the age of seedlings and planting methods on the dbh in 2008 [cm]



Ryc. 6.

Wpływ wieku sadzonek i metod sadzenia na efekty pierśnicowego pola przekroju [m²/ha]

Influence of the age of seedlings and planting methods on the total basal area [m²/ha]

i cechy taksacyjne młodników były znacząco lepsze. Ten wynik jest nieoczekiwany, gdyż jednoroczny materiał sadzeniowy uchodzi za bardziej plastyczny i lepiej adaptujący się do warunków uprawy. Pogląd taki znajduje na ogół potwierdzenie w obserwacjach potocznych, wykonywanych niekiedy w sposób systematyczny [Harasimowicz 2001]. Może on być chętnie przyjmowany dlatego, że młodszy materiał sadzeniowy jest wielokrotnie tańszy i jego zastosowanie obniża koszty założenia uprawy. Dlatego do wszelkich prac odnowieniowych i zalesieniowych używa się siewek jednorocznych [Ilmurzyński 1969], a dwulatkę sadi się w poprawkach i ewentualnie w trudnych warunkach. Jednakże zastosowanie dwulatek, podnosząc koszty materiału sadzeniowego, może obniżyć koszty wyprowadzenia uprawy drogą zmniejszenia liczby zabiegów wykasania chwastów i dlatego cenne są poszukiwania sposobów zmniejszenia stresu przesadzeniowego dwulatek, np. poprzez dobranie właściwego terminu sadzenia [Rassalski 2002]. W naszym wypadku zalesienie dwulatkami było skuteczniejsze od zalesienia jednolatkami. Przy podobnej udatności (z wyjątkiem upraw powstałych z sadzenia kosturem Huffa), przy zastosowaniu dwulatek otrzymano większe wysokości, większe pierśnice i pierśnicowe pole przekroju. Wielkość tych różnic jest zdecydowanie większa niż mogłoby to wynikać z różnic wiekowych. Może to być wynikiem krótszego i słabszego oddziaływania konkurencji chwastów na dwulatkę w porównaniu z jednolatkami.

Praca sadzarek okazała się skuteczniejsza zarówno w odniesieniu do dwulatek, jak i jednulatek. W polskiej literaturze przedmiotu nie ma porównań wzrostu upraw zakładanych sadzarkami z uprawami zakładanymi przy użyciu narzędzi ręcznych. Praca ręczna przy sadzeniu jest uciążliwa i żmudna, dlatego podejmowane są prace nad skonstruowaniem maszyn. Ich praca jest oczywiście testowana [Niemcewicz 1999], jednak konstruktorzy zadowolają się faktem, że maszyna jest skuteczna. Być może dlatego autorzy nie napotkali w literaturze wzmianek o ścisłym porównaniu wyników pracy ręcznej i maszynowej. Otrzymane przez nas korzystniejsze wyniki wzrostu upraw założonych sadzarkami w porównaniu z uprawami założonymi przy użyciu narzędzi ręcznych powinny być argumentem na rzecz szerszego stosowania sadzarek. Jakość ich pracy jest dostateczna i stała, gdyż maszyny nie męczą się w takim sensie, w jakim męczą się ludzie, a ich „zmęczenie” nie wpływa na jakość pracy. Korzystny efekt dotyczący przeżywalności i wzrostu przy zastosowaniu sadzarek da się wytłumaczyć dodatkowym spulchnieniem gleby, do którego dochodzi podczas wykonywania redlicą „ciąglej jamki”. Ilmurzyński [1969] przy charakterystyce sadzenia pod kostur wielokrotnie podkreślił negatywny wpływ tego sposobu sadzenia na zagęszczenie ścian szpary i na spłaszczanie korzeni przy jej zaciskaniu. Wad tych nie wykazują sadzarki redlicowe. Korzystny wpływ spulchnienia gleby na wzrost upraw sosnowych stwierdzano już wielokrotnie [Suchecki 1947; Rudnicki 1954; Fraszewski 1994; Ceitel i in. 2003].

Wśród narzędzi ręcznych nie stwierdzono różnic pomiędzy wynikami sadzenia dwulatek łopata ogrodniczą i łopata „Junack”. W wypadku jednulatek sadzonych kosturami zdecydowanie korzystniejsze wyniki otrzymano przy użyciu tradycyjnego kostura leśnego w porównaniu z kosturem Huffa. To ostatnie narzędzie nie spełniło oczekiwań. Szpary wykonane tym narzędziem są stosunkowo płytkie i ukośne, i dlatego łatwiej może dochodzić do trwałych deformacji systemów korzeniowych. Ilmurzyński [1969] wspominał o próbach sadzenia ukośnego sosny, wykonanych w Instytucie Badawczym Leśnictwa i ocenił, że ten sposób sadzenia dał gorsze wyniki udatności od pionowego sadzenia zwykłym kosturem.

Trzeci aspekt pracy dotyczy okresu trwania stwierdzonych różnic międzyobiektywnych. Różnice te nie tylko nie zaniknęły w okresie badań, czyli do 9 lat po posadzeniu, lecz powiększały się. Wielkość tych różnic nie może być uznana za nieistotną z praktycznego punktu widzenia. Zastosowane narzędzia sadzenia znacząco wpływają na ocenę hodowlaną młodnika.

Różnice pomiędzy najkorzystniejszym a najgorszym wynikiem sięgają po 9 latach: dla przeżywalności 39 punktów procentowych, dla wysokości 160 cm, dla pierśnic 1,9 cm, a dla pierśnicowego pola przekroju 18,5 m²/ha. Fakty te świadczą o tym, że skutki decyzji dotyczącej technologii założenia uprawy trwają co najmniej do fazy rozwojowej młodnika, wpływając na koszty wyprowadzenia uprawy i na cechy taksacyjne drzewostanu. Nie jest wykluczone, że w przyszłości różnice te zmniejszą się lub zanikną, podobnie jak to miało miejsce w doświadczeniu Kocjana [2001] na skrajnie oligotroficznym siedlisku w Puszczy Noteckiej. Nie jest też wykluczone, że będą nadal powiększały się. Wyjaśnienie powiększania się obserwowanych różnic nie jest łatwe. Zwiększanie się różnic w przeżywalności może wynikać z trwałych deformacji systemów korzeniowych, obniżających odporność drzewek na stropy środowiskowe, szkodniki i choroby. Można spodziewać się, że trwałe zniekształcenia wystąpiły zwłaszcza przy sadzeniu kosturem Huffa, a następnie zwykłym kosturem leśnym. Powiększanie się różnic wzrostowych także może wynikać z różnic w rozwoju korzeni. Drzewka, które szybciej opanowały dostępną przestrzeń glebową, co było ułatwione przez spulchnienie gleby przez redlice sadzarek, w późniejszym okresie zareagowały na to bujniejszym wzrostem. Ostateczne wyjaśnienie tego zagadnienia wymaga kontynuowania naszego doświadczenia, a może wymagać także oddzielnych, specjalnie zaplanowanych badań. Wynik wskazujący na znaczenie technologii zakładania uprawy dla późniejszego wzrostu drzewostanów jest i tak bardzo ważnym wynikiem tego doświadczenia.

Wnioski

- ✦ Dwuletni materiał sadzeniowy sosny zwyczajnej nie musi być gorszy od jednorocznych sadzonek. W warunkach korzystnych dla przyjęcia się uprawy założone dwulatki mogą rosnąć szybciej i wcześniej osiągać fazę młodnika, co wpływa na zmniejszenie kosztów pielęgnowania.
- ✦ Jakość pracy testowanych sadzarek jest lepsza od jakości pracy ręcznej zarówno w wypadku sadzonek dwuletnich, jak i jednolatek. Objawia się to wyższą przeżywalnością drzewek, ich szybszym wzrostem na wysokość, a w młodniku większymi pierśnicami i pierśnicowym polem przekroju.
- ✦ Zaobserwowane różnice są znaczne i trwałe na tyle, że po 9 latach od posadzenia nie mają tendencji do zanikania. Dlatego decyzja o technologii założenia uprawy i jakości pracy przy jej zakładaniu mają duże znaczenie ekonomiczne i hodowlano-leśne.

Literatura

- Ceitel J., Barzdajn W., Zientarski J., 2003. Wpływ przygotowania gleby po pożarze na przeżywalność i wzrost wybranych gatunków drzew. Sylwan 147 (6): 3-13.
- Elandt R. 1964. Statystyka matematyczna w zastosowaniu do doswiadczalnictwa rolniczego. PWN, Warszawa.
- Fraszewski D. 1994. Rozwój sosny zwyczajnej na słabych siedliskach borowych zdegradowanych pożarzyskami. Sylwan 138 (6): 95-100.
- Gieffing F., Grzywiński W., Kosak J. 2003. Physical work load of workers during planting using different types of dibbles. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 6 (1): #02.
- Harasimowicz H. 2001. Porównanie wysokości sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) 1/0 i 2/0 w uprawach leśnych. Przegląd Leśniczy 11 (5): 8-9.
- Ilmurzyński E. 1969. Szczegółowa hodowla lasu. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Kocjan H. 2001. Wpływ różnych sposobów sadzenia na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w 25-letnim drzewostanie w warunkach siedliskowych boru suchego. Sylwan 145 (8): 45-51.
- Niemcewicz A. 1999. Wybrane zagadnienia mechanizacji w zagospodarowaniu lasu (przygotowanie gleby, sadzenie i pielęgnacja na zrębach zupełnych i gruntach porolnych). Materiały I konferencji leśnej „Stan i perspektywy badań z zakresu hodowli lasu”, Sękocin 18-19 maja 1999. 338-344.
- Rassalski R. 2002. Ograniczenie stresu przesadzania przy zakładaniu upraw sadzonkami dwuletniej sosny zwyczajnej. Przegląd Leśniczy 12 (6-7): 6-8.

- Rudnicki J. W. 1954. Wpływ przygotowania gleby na udatność upraw oraz wzrost młodników. Sylwan 98 (4): 309-316.
- SucHECKI K. 1947. Hodowla lasu i produkcja drzew w lesie oraz na glebach nieleśnych. „Ex libris”, Warszawa.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Więsik J., Aniszewska M. 2011. Urządzenia techniczne w produkcji leśnej. Tom 1. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Wójcik A. R., Ladański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie. PWN, Warszawa.

SUMMARY

Effect of the planting method on the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plantation established on former agricultural land

The experiment was established in 2000 in the territory of the Góra Śląska Forest District (western Poland). The aim of the study was to compare different methods of planting Scots pine using hand and mechanical tools. The habitat was classified as fresh mixed coniferous forest. The soil was prepared in autumn 1999 using a double mouldboard plough with a subsoiler. Due to the requirements of involving machine operation, the elementary plots were given the shape of elongated rectangles with the long side of 100 metres and the short side of 4.5 metres. Each plot consisted of three 100-metre-long furrows. The distance between seedlings in the furrow (about 67 cm) were selected in such a way as to obtain 10 000 seedlings per hectare. A completely randomized block design with five replications was used for 8 objects: 5 for two-year-old and 3 for one-year-old seedlings. The two-year-old seedlings were machine planted using the L76, GNKp and Egedal planters and hand planted using a garden planting spade and a 'Junack' spade. One-year-old seedlings were planted with a L76 planter and by hand with a forest and Huff's dibbler bars.

In autumn 2000, 2001, 2002 and 2003, the heights of all seedlings in the central furrows on the plots were measured. The height growth and the survival of seedlings were assessed on the basis of the number of measurements. Additionally in autumn 2008, the breast height diameters were measured and the total basal area was calculated. Significant differences between the plots were found in all measurement years. The survival of two-year-old seedlings was each year significantly higher.

Also, the survival rate of the 2-year-old seedlings planted with planters was significantly higher in each year compared to those planted with planting spades. Differences in plant survival using with the application of different types of planters had disappeared by 2008. No differences were found in the case of different types of spades. In the case of one-year-old plants, no differences were detected between the use of planters and dibble bars only after the first growing season.

In subsequent years, the survival of the trees planted using planters was significantly higher than the survival of the trees planted using dibble bars. The effect of the use of Huff's dibble bar was evidently inferior in comparison with the use of the traditional forest dibble bar. Differences in the height growth between the objects were statistically significant for each year of measurement. Significant differences in the breast height diameters and total basal area were also found in 2008 between the objects.