

Dorota Dobrowolska¹

Warunki powstawania odnowień naturalnych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na terenie Nadleśnictwa Tuszyma

Establishment condition of Scots pine natural regeneration in Tuszyma Forest District

Abstract. The aim of the study was to assess how well natural regeneration of Scot pine could establish and grow in the Tuszyma Forest District in southern Poland. Specifically, the relative growth of pine regeneration in forest plots at two site types was compared as a proxy for their health and performance. Two approaches were used: firstly, the general state of natural regeneration in the Tuszyma Forest District was assessed. Secondly, a census was made of pine regeneration in circular plots (area 10 m²) over a 20 × 20 m area in a network covering 6 study stands. The following measurements were taken from each study plot: height, height increment in 2006 and the vitality of pine regeneration. The results confirmed that pine regenerates naturally at the 6 site types monitored in Tuszyma Forest District. Natural regeneration of Scots pine was especially strong on fresh mixed coniferous site type (BMśw). Successful regeneration requires that the soil is prepared before seed dispersal in the autumn: this can be best achieved using a soil miller. The area of Scots pine natural regeneration in the Tuszyma Forest District was 213,4 ha. The method most frequently used to initiate pine regeneration was clear cut of a strip of width 30–60 m. Although other methods were also used, especially a shelterwood group system, site type did not influence the extent of pine regeneration. The amount of pine regeneration was not dependent on mast year. Site conditions influenced the height of pine regeneration and the height increment. The average height and height increment were significantly higher on the fresh mixed deciduous site type (LMśw) than on the fresh mixed coniferous site type (BMśw). The vitality of pine was very good on both sites and did not depend on the site type. The level of damage was low irrespective of site.

Key words: site types, growth, regeneration vitality, soil preparation

1. Wstęp

Sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.) ze względu na swoje wymagania siedliskowe, jest gatunkiem panującym praktycznie na wszystkich siedliskach borowych i borów mieszanych na terenach nizinnych i wyżynnych w Polsce (69% powierzchni w PGL LP i 63% w lasach prywatnych i gminnych). W roli gatunku współpanującego może występować także na siedliskach lasowych. Na siedlisku lasu mieszanego świeżego (LMśw) rośnie z dębem szypułkowym (*Quercus robur* L.) i bezszypułkowym (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) oraz z jodłą (*Abies alba*

Mill.), bukiem (*Fagus sylvatica* L.) i świerkiem [*Picea abies* (L.) Karst.] (Jaworski 1995).

W ostatnich latach ze względu na konieczność prowadzenia trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej oraz gospodarki zbliżonej do natury rośnie zapotrzebowanie na odnowienie naturalne drzew leśnych, w tym również sosny. Od drugiej połowy lat siedemdziesiątych XX w. obserwuje się wzrost udziału samosiewów w całkowitej powierzchni odnowień w naszym kraju. W latach 1976–1980 udział odnowień naturalnych w odnawianej powierzchni ogółem wynosił 3,4%, w latach 2001–2007 – już 10,5% (Raport o stanie lasów 2007).

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ekologii Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05–090 Raszyn, Fax: +48227153837, e-mail: d.dobrowolska@ibles.waw.pl

Odnowienie naturalne sosny jest coraz częściej wykorzystywane, czemu sprzyjają przede wszystkim warunki przyrodnicze w Polsce (Andrzejczyk et al. 2009). Duże możliwości odnowienia naturalnego znajduje sosna m.in. w Krainie Małopolskiej, a także na Pogórzu Karpackim (Jaworski 1995).

W literaturze, do końca XX wieku, samosiewnemu odnawianiu drzewostanów sosnowych poświęcono niewiele uwagi (Białobok et al. 1993). O możliwości odnawiania drzewostanów sosnowych w sposób naturalny pisali Ilmurzyński i Mierzejewski (1956), Mierzejewski (1971, 1975) oraz Tomczyk (1993). W ostatnich latach wzrosło zainteresowanie problematyką odnowień naturalnych sosny. Prowadzono liczne badania m.in. nad wpływem sposobu przygotowania gleby na wzrost i rozwój siewek sosny (Andrzejczyk, Twaróg 1998; Czernikowski 2002; Drozdowski 2002; Andrzejczyk, Drozdowski 2003), nad liczebnością i przeżywalnością siewek sosny w zależności od odległości od brzegu drzewostanu (Andrzejczyk 2000), a także nad wpływem różnego typu cięć na zagęszczenie, wzrost i stopień porażenia siewek sosny przez osutkę (Andrzejczyk et al. 2009). Badano również czynniki mające wpływ na wzrost i rozwój podrostów podokapowych sosny (Andrzejczyk 2007). Podejmowana była też problematyka odnowień naturalnych sosny na obszarach po zaburzeniach wielkoobszarowych (Hawryś et al. 2004; Dobrowolska 2008).

Jednym z zagadnień badawczych, które dotychczas nie zostało rozwiązane, jest problem skutecznego odnawiania naturalnego sosny na żyznych siedliskach. Celem badań było: określenie możliwości oraz warunków powstawania i rozwoju odnowienia naturalnego sosny w Nadleśnictwie Tuszyma; porównanie wzrostu odnowienia naturalnego sosny na siedlisku lasu mieszanego świeżego (LMśw) i boru mieszanego świeżego (BMśw); ocena żywotności odnowienia naturalnego sosny w wybranych obiektach badawczych.

2. Obiekt badań

Badania odnowienia naturalnego sosny przeprowadzono w 2006 r. w Nadleśnictwie Tuszyma. Lasy omawianego nadleśnictwa położone są w Małopolskiej Krainie Przyrodniczo-Leśnej (VI), w dwóch dzielnicach: Niziny Sandomierskiej (10) i Wysoczyzny Sandomierskiej (11). Klimat tego regionu zaliczany jest do klimatu nizin podgórskich i kotlin. Średnia temperatura roczna wynosi 7,5°C, a suma opadów rocznych – ponad 600 mm. Gleby w większości należą do bielicoziemnych (wytworzonych na piaskach), a więc niezbyt urodzajnych. Mimo to region ma charakter rolniczy, czemu sprzyja m.in. ciepły klimat.

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych w Nadleśnictwie Tuszyma

Table 1. Characteristics of investigated plots in the Tuszyma Forest District

Leśnictwo Forest subdistrict	Oddział Compartment	STL Site type	Rok obsiewu sosny Pine mast year	Typ gleby Soil type
Przyłek	85c	LMśw	2000	brunatna wł. brown soil
Przyłek	119d	BMśw	2000	rdzawa wł. rusty soil
Niwiska	289a	LMśw	2001	bielicowa podzolic soil
Niwiska	287h	BMśw	2001	rdzawa wł. rusty soil
Niwiska	290l	LMśw	2002	bielicowa podzolic soil
Niwiska	166d	BMśw	2002	rdzawa wł. rusty soil

Badania prowadzono na wybranych uprawach z odnowieniem naturalnym sosny, które powstały w latach 2000–2002. Kryterium wyboru powierzchni badawczych był siedliskowy typ lasu oraz wiek uprawy. Do badań wytypowano 6 drzewostanów położonych na dwóch siedliskach, które dominowały na terenie nadleśnictwa: BMśw oraz LMśw (tab. 1). Powierzchnie badawcze usytuowane były w leśnictwach Przyłek (2 drzewostany) i Niwiska (4 drzewostany). Drzewostany reprezentujące siedlisko BMśw rosły na glebie rdzawej, właściwej. Natomiast drzewostany na siedlisku LMśw występowały na glebie bielicowej (2 drzewostany) oraz brunatnej właściwej. Na wszystkich uprawach glebę pod obsiew sosny przygotowano glebofrezarką.

3. Metodyka badań

Badania odnowienia naturalnego sosny powstałego w latach 1990–2004 obejmowały dwa etapy. W pierwszym etapie dokonano zestawienia powierzchni upraw z odnowieniem naturalnym sosny na terenie Nadleśnictwa Tuszyma według następujących kryteriów: żyzności siedliska, sposobu przygotowania gleby, rodzaju rębni oraz roku nasiennego. Do tego celu wykorzystano materiały źródłowe nadleśnictwa (Wykaz samosiewów sosny uznanych w latach 1990–2005). W następnym etapie przeprowadzono szczegółowe badania liczebności, wzrostu i żywotności odnowienia naturalnego sosny na wybranych powierzchniach odnowionych samosiewem bocznym. W badaniach zastosowano metodę powierzchni kołowych, na których zmierzono samosiew sosny.

W wytypowanych wydzieleniach założono powierzchnie próbne (10 powierzchni w każdym obiekcie badawczym) o powierzchni 10 m² w siatce kwadratów 20×20 m. W celu scharakteryzowania odnowienia naturalnego przeprowadzono w 2006 r. pomiary wysokości i przyrostu pędu wierzchołkowego z dokładnością do 0,5 cm. Ponadto określono żywotność sosny. Wyróżniono 3 klasy żywotności drzew: 1 klasa – drzewka o wysokiej żywotności; 2 klasa – drzewka osłabione; 3 klasa – drzewka o niskiej żywotności, zamierające. Każde drzewko poddano ocenie pod względem uszkodzeń spowodowanych przez zwierzyńcę płową (spalowanie, zgrzyzanie).

W celu określenia wpływu siedliska i roku obsiewu na liczebność i żywotność odnowienia naturalnego sosny wykorzystano test nieparametryczny Kruskala-Wallis. Do oceny wpływu siedliska i roku obsiewu na parametry wzrostu odnowienia sosny zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), a zróżnicowanie parametrów pomiędzy badanymi powierzchniami określono stosując test Tukeya. W badaniach wykorzystano program statystyczny STATISTICA 8.

4. Wyniki badań

Wielkość powierzchni odnowień naturalnych sosny na terenie Nadleśnictwa Tuszyma

Wielkość powierzchni odnowień sosny wg siedliskowych typów lasu

Obecność odnowienia naturalnego sosny w Nadleśnictwie Tuszyma stwierdzono w 6 siedliskowych typach lasu (tab. 2). Sosna odnowiła się przede wszystkim na siedlisku BMśw. Łączna powierzchnia upraw z samosiewem sosny na tym siedlisku wynosiła 159,32 ha (94 wydzielania). Uprawy z odnowieniem naturalnym sosny na siedlisku BMw i LMśw zajmowały powierzchnię ponad 20 ha. Na pozostałych siedliskach: Bśw, LMw i OIJ liczba wydzieleni z odnowieniem sosny była bardzo niewielka (po 2 powierzchnie). Pokrycie całkowitej powierzchni uprawy przez samosiew sosnowy było zróżnicowane w poszczególnych siedliskach. Największą udatność sosny (96,6% pokrycia całkowitej powierzchni uprawy) stwierdzono na siedlisku Bśw, a najmniejszą na siedliskach LMw i OIJ (samosiew sosny pokrywał powierzchnię w 11,5–27,5%). Na siedliskach BMśw i LMśw odnowienie naturalne sosny zajmowało ponad 50% powierzchni.

Przygotowanie gleby

Podstawowym sposobem przygotowania gleby było worywanie bruzd glebofrezarką. Ten sposób zastosowano w 120 wydzieleniach na 183,58 ha upraw (tab. 2).

Średni procent pokrycia powierzchni przez samosiew wynosił 86,13%. Zaletą tego systemu jest bardzo płytkie naruszenie gleby, nie powodujące uszkodzeń korzeni drzew. W przypadku grubej pokrywy runa stosowany był frez leśny, który głęboko spulchnia glebę. Frez wykorzystano na 6 uprawach (11,83 ha), a pokrycie przez odnowienie było podobne jak przy użyciu glebofrezarki (86,83%). W najtrudniejszych warunkach glebowo-siedliskowych (wysoki poziom wody gruntowej, duże zachwaszczenie powierzchni), wykonano rabatowalki pługofrezarką. W ten sposób przygotowana powierzchnia uprawy charakteryzowała się najmniejszą udatnością (70%). Największą udatność odnowień sosny zaobserwowano na powierzchni, gdzie zastosowano pług leśny (95%). Gleby nie przygotowano pod obsiew nasion sosny tylko w 4 wydzieleniach. Pomimo tego, stwierdzono wysoką udatność odnowienia, które średnio pokrywało powierzchnię uprawy w 93%.

Rozmiar odnowień sosny w kolejnych latach

Pierwsze odnowienia naturalne sosny pojawiły się w 1990 r. (tab. 2). Od tego roku zwiększała się powierzchnia drzewostanów odnawianych w sposób naturalny. Do 2005 r. łącznie odnowiono 213,4 ha w 132 wydzieleniach. Powierzchnia odnowień samosiewnych sosny wahała się od około 1 ha w początkowym okresie (lata 1990–1992) do 40 ha w ostatnich latach (2002–2003). Systematycznie rosła też liczba wydzieleni, w których sosna była odnawiana w sposób naturalny (od pojedynczych powierzchni w latach 1990–1999 do kilkudziesięciu w latach 2002–2003). Pokrycie powierzchni przez odnowienie w roku uznania było wysokie i wynosiło średnio 86%. W drzewostanach, w których prowadzono odnowienie naturalne sosny wykorzystywano również samosiew innych gatunków (dębu, jodły i buka). Średni udział sosny w odnowieniu naturalnym na uprawie wynosił 53,05% w latach 1994–2003 i wahał się od 33,8% w 1998 r. do 100% w 1990, 1993 i 1994.

Rębnie

W Nadleśnictwie Tuszyma w drzewostanach sosnowych najczęściej stosowano rębnię zupełną pasową (Ib), o szerokości zrębu 30–60 m. Tę rębnię wykorzystano na powierzchni 172,8 ha w 101 wydzieleniach (tab. 2). Rębnię zupełną wielkopowierzchniową (Ia) oraz rębnię smugową (Ic) zastosowano tylko w pojedynczych przypadkach. W ostatnich latach coraz częściej wykorzystywane są rębnie złożone, a w szczególności rębnia częściowa gniazdowa (IId), którą zastosowano na obszarze 25,57 ha w 20 wydzieleniach. W tej rębni na gniazdach odnawiane są gatunki ciężkonasienne (buk i dąb), natomiast w przestrzeni między gniazdami odnawia się naturalnie sosna. Pozostałe rębnie wykorzystano w pojedynczych wydzieleniach.

Tabela 2. Charakterystyka odnowień naturalnych sosny w Nadleśnictwie Tuszyma w zależności od siedliska, roku obsiewu, sposobu przygotowania gleby oraz rodzaju rębni

Table 2. Characteristic of natural Scots pine regeneration in Tuszyma Forest District according to site type, mast year, soil preparation and cutting system

Kryterium Criteria		Powierzchnia	Liczba	Udatność	Udział odnowienia
		Area	drzewostanów	Area cover by	Area cover by pine
		ha	Stand number	regeneration	regeneration
				%	%
STL Site type*	Bśw	159,3	94	86	57
	BMśw	20,9	16	87	44
	BMw	10,6	5	88	97
	LMśw	20,6	13	85	54
	LMw	1,1	2	87	11
	OIJ	0,9	2	80	27
Rok obsiewu Mast year	1990	0,7	1		100
	1992	1,0	1	100	51
	1993	11,2	1	80	100
	1994	4,1	1	100	100
	1996	9,3	5	94	57
	1997	23,8	11	76	68
	1998	12,2	11	75	34
	1999	21,7	13	88	51
	2000	14,2	10	85	44
	2001	19,4	17	84	35
	2002	40,4	20	87	63
	2003	40,3	29	91	57
	2004	14,9	12	89	78
Sposób przygotowania gleby Soil preparation	bez przygot. / without preparation	17,1	4	93	
	frez / soil cutter	11,8	6	87	
	glebofrezarka / soil milling machine	183,6	120	86	
	Lpz / deep bi-moldboard plow	0,5	1	95	
	plugofrezarka / milling plow	0,5	1	70	
Rodzaj rębni Cutting system	Ia	1,1	1	90	
	Ib	172,8	101	86	
	Ic	6,1	5	88	
	IIa	1,8	1	92	
	IIb	25,6	20	87	
	IIIa	2,5	2	95	
	IIIb	2,6	1	95	
	IVd	1,0	1	100	

* Bśw – fresh coniferous, BMśw – fresh mixed coniferous, BMw – moist mixed coniferous, LMśw – fresh mixed deciduous, LMw – moist mixed deciduous, OIJ – alder-ash forest

Jakość upraw

W wyniku przeprowadzonej oceny odnowienia naturalnego sosny stwierdzono, że na przeważającym obszarze (115,31 ha) dominowały uprawy bardzo dobre pod względem hodowlanym. Stanem dobrym charakteryzowały się uprawy na powierzchni 39,71 ha, a zadowalającym tylko na powierzchni 3,14 ha.

Charakterystyka odnowień naturalnych sosny na siedlisku LMśw i BMśw

Liczebność odnowienia naturalnego sosny

Nie stwierdzono wpływu siedliska na liczebność odnowienia naturalnego sosny w początkowym okresie wzrostu (statystyka $H=0,744$ dla $p=0,388$), pomimo że liczba odnowienia omawianego gatunku była bardzo zróżnicowana w obu badanych typach siedliskowych lasu (tab. 3). Zagęszczenie odnowienia sosny na siedlis-

Tabela 3. Liczebność (szt./ha) odnowienia naturalnego sosny na siedlisku BMśw i LMśw w Nadleśnictwie Tuszyma
Table 3. Density of natural pine regeneration in BMśw and LMśw site type in Tuszyma Forest District (N/ha)

Rok obsiewu Mast year	Średnia liczebność (zakres) Average density (range)	
	BMśw	LMśw
2000	22600 (13000–34000)	26200 (14000–35000)
2001	26600 (11000–39000)	21700 (8000–55000)
2002	22100 (9000–45000)	30000 (15000–59000)

ku BMśw wahało się od 9 tys. do 45 tys. szt./ha, na siedlisku LMśw od 8 tys. do 59 tys. szt./ha. Liczebność samosiewów sosny nie zależała też od roku obsiewu, chociaż i tutaj zaobserwowano zróżnicowanie liczebności w poszczególnych latach (statystyka $H=0,067$ dla $p=0,966$). Najmniejszą średnią liczebność stwierdzono w 2001 r. (21,7 tys. szt./ha), a największą w 2002 r. (30 tys. szt./ha).

Wysokość i przyrost wysokości odnowienia sosny

Wysokość odnowienia naturalnego sosny zależała od warunków siedliskowych ($F=109,0$ dla $p=0,000$ w 2006 r. i $F=146,00$ dla $p=0,000$ w 2005 r.). Średnia wysokość odnowienia sosny w 2005 i 2006 r. była istotnie większa na siedlisku LMśw niż na siedlisku BMśw. Również rok powstania odnowienia miał istotny wpływ na wysokość sosny zarówno w 2005 jak i w 2006 r. ($F=223,2$ dla $p=0,00$ i $F=185,4$ dla $p=0,000$). Na siedlisku lasowym stwierdzono zwiększanie się wysokości sosny wraz ze wzrostem wieku odnowienia, natomiast takiej tendencji nie zaobserwowano na siedlisku borowym (tab. 4). Średnia wysokość uprawy sosnowej z obsiewu w 2000 r. była o 47,5 cm większa na siedlisku LMśw niż na siedlisku BMśw. W przypadku uprawy

Tabela 4. Wysokość odnowienia naturalnego sosny (cm) w latach 2005–2006 na siedlisku BMśw i LMśw w Nadleśnictwie Tuszyma

Table 4. Height (cm) of natural pine regeneration in 2005–2006 on BMśw and LMśw site type in Tuszyma Forest District

Rok obsiewu Mast year	Średnia wysokość Average height			
	BMśw		LMśw	
	2005	2006	2005	2006
2000	84,4±38	111,1±48	123,6±37	158,6±49
2001	85,2±32	127,6±42	111,8±32	145,8±39
2002	45,4±19	64,7±26	70,8±27	102,0±37

± odchylenie standardowe / standard deviation

Tabela 5. Przyrost wysokości (cm) odnowienia naturalnego sosny w 2006 r. na siedlisku BMśw i LMśw w Nadleśnictwie Tuszyma

Table 5. Height increment (cm) of natural pine regeneration in 2006 on BMśw and LMśw site type in Tuszyma Forest District

Rok obsiewu Mast year	Średni przyrost wysokości (zakres) Average height increment (range)	
	BMśw	LMśw
2000	27,0±13 (2–80)	35,6±13 (3–75)
2001	42,7±12 (11–80)	34,0±10 (12–55)
2002	19,5±9 (2–40)	33,3±12 (1–68)

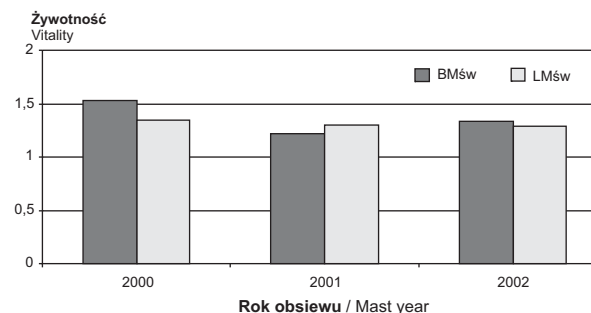
± odchylenie standardowe / standard deviation

powstałej w 2001 i 2002 r. różnice te były nieco mniejsze (odpowiednio 18,2 cm i 38,3 cm).

Stwierdzono istotny wpływ siedliska na przyrost wysokości sosny w 2006 r. ($F=24,86$ dla $p=0,000$). Średni przyrost wysokości na siedlisku LMśw wahał się od 33,3 cm do 35,6 cm, natomiast na siedlisku BMśw mieścił się w przedziale 19,5–42,7 cm. W początkowym okresie wzrostu sosna może lepiej rosnąć na siedlisku BMśw niż na siedlisku LMśw. Przyrost wysokości sosny zależał od roku powstania odnowienia ($F=109,7$ dla $p=0,00$). Na siedlisku LMśw zauważono zwiększanie się przyrostu wysokości sosny wraz z upływem lat od obsiewu (tab. 5).

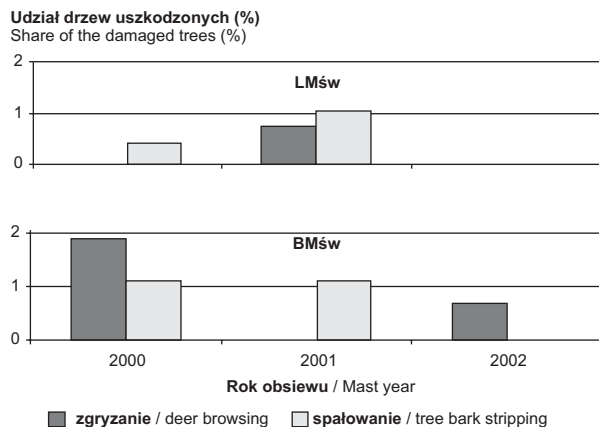
Żywotność odnowienia naturalnego sosny

Warunki siedliskowe nie decydują o żywotności odnowienia naturalnego sosny w pierwszych latach życia ($H=2,897$ dla $p=0,089$) (ryc. 1). Na żywotność samosiewów wpływał rok obsiewu ($H=18,09$ dla $p=0,0001$). Najlepszą żywotnością wyróżniało się odnowienie sosny, które powstało w 2001 r. Ogólnie można stwierdzić, że odnowienie naturalne sosny w Nadleśnictwie Tuszyma charakteryzowało się wysoką żywotnością.



Rycina 1. Żywotność odnowienia naturalnego sosny na siedlisku LMśw i BMśw w Nadleśnictwie Tuszyma

Figure 1. Vitality of natural pine regeneration on fresh mixed deciduous (LMśw) and fresh mixed coniferous (BMśw) site types in Tuszyma Forest District



Rycina 2. Charakterystyka uszkodzeń drzew na porównywanych siedliskach w Nadleśnictwie Tuszyma
Figure 2. Characteristics of tree damage on comparing site types in Tuszyma Forest District

W badanych uprawach występowała niewielka liczba drzew uszkodzonych przez zwierzynę (ryc. 2). Szkody od zwierzyni (zgryzanie) zaobserwowano na 3 powierzchniach badawczych, a ich poziom nie przekraczał 2%. W starszych uprawach sosnowych zauważono spałowanie drzew, jednak poziom tych uszkodzeń był niewielki.

5. Dyskusja

Wyniki analiz stanu odnowień na terenie Nadleśnictwa Tuszyma są kolejnym przykładem, że w polskich lasach istnieją możliwości odnawiania naturalnego drzewostanów sosnowych. Duże pokrycie powierzchni przez samosiew sosny oraz wysoka udatność upraw świadczą o możliwościach wykorzystania tego sposobu odnawiania drzewostanów sosnowych na tym obszarze. Samosiew *P. sylvestris* stwierdzono na wielu siedliskach, jednak preferowany był bór mieszany świeży. Łączna powierzchnia upraw z samosiewem sosny na tym siedlisku wynosiła 159,32 ha. Na siedliskach wilgotnych udział sosny wyraźnie zmniejszał się na korzyść gatunków liściastych. Bór mieszany świeży to siedlisko optymalne dla rozwoju sosny (Białobok 1993; Jaworski 1995). To właśnie na BMśw sosna osiąga największy zapas i wykształca najlepsze sortymenty (Zasady hodowli lasu 1988), a zatem siedlisko to powinno być preferowane przy planowaniu odnowień naturalnych omawianego gatunku.

W drzewostanach sosnowych najczęściej stosowano rębnię zupełną pasową (Ib). Jak wynika z badań Andrzejczyka i innych (2009) rębnia ta może być w pełni wykorzystywana do inicjowania odnowienia sosny. W ostatnich latach coraz częściej stosowane były rębnie

złożone, a w szczególności rębnia częściowa gniazdowa (IId). W tej rębni na gniazdach odnawiane były gatunki ciężkonasienne (buk i dąb), natomiast w przestrzeni między gniazdami odnawiała się w sposób naturalny sosna. W szczególności rębnia ta odpowiednia jest dla bardzo ważnych pod względem hodowlanym i gospodarczym form drzewostanów, mianowicie dla drzewostanów dębowo-sosnowych i bukowo-sosnowych (Bernadzi 2000). Powinna być ona brana pod uwagę podczas planowania hodowlanego w Nadleśnictwie Tuszyma.

Podstawowym sposobem przygotowania gleby było wyorywanie bruzd glebofrezarką. Tak przygotowano glebę na powierzchni 183,58 ha upraw. Z badań Andrzejczyka i innych (2003) wynika, że metoda ta charakteryzowała się najlepszym zagęszczeniem, wzrostem i żywotnością nalotów. Nie ma zatem przeciwwskazań do preferowania tego sposobu przygotowania gleby pod obsiew sosny na badanym obszarze.

Przedstawione wyniki szczegółowych badań dowodzą, że odnowienie sosny na terenie Nadleśnictwa Tuszyma charakteryzowało się wysoką liczebnością oraz żywotnością. Liczebność odnowienia naturalnego sosny na badanych powierzchniach była znacznie większa niż liczba sadzonek stosowana wg „Zasad hodowli lasu” (Rozwałka 2003). Zasady zalecają sadzenie 8–10 tys. sadzonek sosny na 1 ha. Natomiast średnia liczebność samosiewów sosnowych była co najmniej dwukrotnie większa. Zaletą większego zagęszczenia sosny był szybszy wzrost nalotów. Na zagęszczenie sosny w pierwszych latach życia nie miały wpływu ani warunki siedliskowe, ani też rok inicjowania odnowienia. Natomiast istotne znaczenie dla wzrostu odnowienia naturalnego *P. sylvestris* miały warunki siedliskowe. Sosna lepiej rosła na siedlisku LMśw niż BMśw. O wzroście odnowienia naturalnego sosny zdecydowały warunki glebowe. Drzewostany na siedlisku lasowym występowały na glebie bielicowej i brunatnej. Natomiast drzewostany na siedlisku borowym rosły na glebie rdzawej. Ten typ gleb wyróżnia się małą zdolnością retencji wody i niewielkimi zasobami składników odżywczych, a zatem gleby rdzawe nie należą do urodzajnych (Uggla H., Uggla Z. 1979). Co prawda gleby bielicowe zaliczane są do gleb ubogich, jednak w terenach wyżynnych są to siedliska borów mieszanych, a także lasów mieszanych. Mezotroficznym siedliskom borów mieszanych i lasów mieszanych odpowiadają m.in. bogatsze warianty kontynentalnego boru mieszanego (*Quercus robur-Pinetum typicum*), a zatem jest to siedlisko, na którym samosiew sosny powinien być wykorzystywany. Przyrost wysokości badanych samosiewów na siedlisku BMśw był zbliżony do przyrostu wysokości sosny w badaniach Andrzejczyka i innych (2009). Autorzy ci wskazywali na to, że odnowienia naturalne sosny na terenie

Nadleśnictwa Tuszyma w podobnym wieku i w zbliżonych warunkach ekologicznych charakteryzowały się wyraźnie większą wysokością. Dobry wzrost odnowień naturalnych sosny jest efektem korzystnych warunków wilgotnościowych na tym obszarze, gdzie suma opadów wynosi około 650 mm i jest większa od wartości progowej (550 mm) przyjętej przez Tomczyka (1993) dla prawidłowego rozwoju odnowienia sosny pod okapem drzewostanu.

Żywotność samosiewu sosny była bardzo wysoka na wszystkich badanych powierzchniach. Ta cecha odnowienia nie była skorelowana z siedliskiem. Uzyskane wyniki badań nie potwierdziły tezy Andrzejczyka i innych (2003), że wraz z upływem lat pogarsza się żywotność odnowienia oraz tego, że żywotność nalotów sosny była niska. Być może o wynikach badań zdecydowało siedlisko. W Nadleśnictwie Tuszyma badania prowadzono na żyzniejszych siedliskach BMśw i LMśw, natomiast badania cytowanych autorów wykonywano na siedlisku Bśw. Nie potwierdzono też obaw Jaworskiego (1995), że odnowienie sosny przegrywa konkurencję z roślinnością runa leśnego na powierzchniach odsłoniętych. Konieczne są zabiegi pielęgnacyjne gleby polegające na wykaszaniu chwastów, jednak podobne zabiegi prowadzi się również w uprawach sztucznych.

Wyniki badań szczegółowych sugerują, że jakość upraw była wysoka pod względem hodowlanym, o czym świadczyła niewielka liczebność drzew uszkodzonych przez zwierzynę płową. Wyniki analizy pozostałych upraw sosnowych pochodzenia naturalnego na terenie Nadleśnictwa Tuszyma wskazywały również na wysoką jakość sosny. Ponadto należy podkreślić, że odnowienie naturalne ma wiele zalet w przeciwieństwie do odnowienia sztucznego. Do najważniejszych zalet zaliczono: wykorzystanie ekotypu sosny najlepiej przystosowanego do miejscowych warunków klimatycznych i siedliskowych, obniżenie kosztów odnowienia oraz sprawne oczyszczanie się drzewek rosnących w dużym zagęszczeniu, a tym samym produkcja drewna dobrej jakości (Kopryk et al. 2001).

Przedstawione wyniki analiz i badań wskazują na wysoką żywotność, udatność i szybki wzrost sosny, a zatem ten sposób odnowienia drzewostanów na siedlisku LMśw i BMśw powinien być zalecany nie tylko w Nadleśnictwie Tuszyma, ale w całej Krainie Małopolskiej, gdzie istnieją korzystne warunki wilgotnościowe do inicjowania i rozwoju samosiewów *P. sylvestris*.

6. Wnioski

W Krainie Małopolskiej istnieją potencjalne możliwości odnawiania naturalnego drzewostanów sosno-

wych zarówno na siedliskach boru mieszanego świeżego, jak i lasu mieszanego świeżego, o czym świadczy wysoka liczebność i żywotność samosiewów sosny na badanym obszarze.

Na zagęszczenie sosny w pierwszych latach życia nie mają wpływu warunki siedliskowe i rok inicjowania odnowienia.

W przypadku sosny można liczyć na skuteczny obsiew co roku.

Sosna rośnie lepiej na siedlisku LMśw niż na siedlisku BMśw już od wczesnego okresu życia.

Stwierdzono wysoką żywotność odnowienia naturalnego sosny niezależnie od warunków siedliskowych. O żywotności jodły decyduje rok powstania odnowienia.

Literatura

- Andrzejczyk T. 2000. Wpływ odległości od ściany drzewostanu na zagęszczenie i przeżywalność nalotów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zrębach i gniazdach. *Sylvan*, 1: 27–42.
- Andrzejczyk T. 2007. Wpływ osłony drzewostanu górnego i cięć odsłaniających na wzrost i przyrost wysokości podrostów podokapowych sosny w Lasach Piłskich. *Sylvan*, 3: 43–51.
- Andrzejczyk T., Drozdowski S. 2003. Rozwój naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej na powierzchni przygotowanej pługiem dwuodkładnicowym. *Sylvan*, 5: 28–35.
- Andrzejczyk T., Twaróg J. 1998. Wpływ cięć obsiewnych i przygotowania gleby na wzrost i rozwój nalotów sosny w Puszczy Augustowskiej. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa*, 843: 5–29.
- Andrzejczyk T., Drozdowski S., Szeligowski H. 2003. Wpływ przygotowania gleby na zagęszczenie, wzrost i jakość samosiewów sosny w warunkach podokapowych. *Sylvan*, 3: 19–27.
- Andrzejczyk T., Aleksandrowicz-Trzczińska M., Żybura H. 2009. Wpływ cięć rębnych na zagęszczenie, wzrost i stan zdrowotny odnowień naturalnych sosny w warunkach Nadleśnictwa Tuszyma. *Leśne Prace Badawcze*, 70(1): 5–18.
- Białobok S., Boratyński A., Bugała W. (red.) 1993. Biologia sosny zwyczajnej. PAN, Poznań-Kórnik Wyd. „Sorus” Poznań-Kórnik: 624 s.
- Bernadzki E. 2000. Cięcia odnowieniowe. Warszawa.
- Bernadzki E. 2001. Niektóre problemy naturalnego odnawiania sosny pospolitej. Referat na sesję PTL, Ostrów Mazowiecka. 8.11.01.
- Czernikowski R. 2002. Wpływ przygotowania gleby na wzrost i rozwój samosiewów sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. Msk. SGGW, Warszawa.
- Dobrowolska D. 2008. Odnowienie naturalne na powierzchniach uszkodzonych przez pożar w Nadleśnictwie Rudy Raciborskie. *Leśne Prace Badawcze*, 69(3): 255–264.
- Drozdowski S. 2002. Wpływ różnych sposobów przygotowania gleby na wyniki naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). *Acta Scientiarum Polo-*

- orum, Ser. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, 1, 1: 27–34.
- Hawryś Z., Zwoliński J., Kwapis Z., Małecka M. 2004. Rozwój sosny zwyczajnej na terenie pożarzysk leśnych z 1992 roku w nadleśnictwach Rudy Raciborskie i Potrzebowice. *Leśne Prace Badawcze*, 2: 7–20.
- Ilmurzyński E., Mierzejewski W. 1956. Badania wartości hodowlanej istniejących samosiewów sosny pospolitej. *Sylvan*, 100, 1: 75–84.
- Jaworski A. 1995. Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Kraków, Wyd. „Gutenberg”, 237 s.
- Kopyrk W., Zajączkowski J., Gil W., Łukaszewicz J. 2001. Czasoprzestrzenna dynamika zmian drzewostanu macierzystego a intensywność pojawu, wzrost i rozwój naturalnego odnowienia sosny zwyczajnej. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa: 64.
- Mierzejewski W. 1971. Badania nad uzyskaniem i wykorzystaniem odnowień naturalnych sosny i dębu. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa
- Mierzejewski W. 1975. Badania nad uzyskaniem i wykorzystaniem odnowień naturalnych sosny i dębu. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa.
- Raport o stanie lasów 2007. PGL LP: 68.
- Rozwałka Z. 2003. Zasady hodowli lasu. Warszawa, DGLP.
- Tomczyk S. 1993. Odnowienie naturalne: sosna. Ser. Biblioteczka Leśniczego. Warszawa, Wyd. „Świat”: 29.
- Ugła H., Ugła Z. 1979. Gleboznawstwo leśne. Warszawa, Państwowe Wydaw. Rolnicze i Leśne.