

Tadeusz ANDRZEJCZYK, Juliusz TWARÓG
Katedra Hodowli Lasu,
Wydział Leśny Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Rakowiecka 26/30, 02-528 Warszawa

WPŁYW CIĘĆ OBSIEWNYCH I PRZYGOTOWANIA GLEBY NA WZROST I ROZWÓJ NALOTÓW SOSNY W PUSZCZY AUGUSTOWSKIEJ

THE INFLUENCE OF FELLING INTENSITY AND SOIL PREPARATION
METHOD ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF NATURAL PINE
REPRODUCTION IN THE PUSZCZA AUGUSTOWSKA FOREST

Abstract. *The results of a 4-year research project on natural regeneration of understory Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) using various harvest intensities and various soil preparation methods (plough and disk harrow) are presented. The research was carried out on 3 experimental plots in the Puszcza Augustowska Forest (in N-E Poland). Analysis of density, survival, growth and quality of pine seedlings were performed. Significant influence of soil preparation method and intensity of fellings on weed development and regeneration was found.*

Key words: *Scotch pine, natural regeneration, understory regeneration, soil preparation, the effect of intensity of harvest on seedling density.*

1. WSTĘP

Istotnym postulatem proekologicznej gospodarki leśnej jest stosowanie w szerszym niż obecnie zakresie samosiewnego bądź kombinowanego odnowienia lasu. W tym kontekście ważne jest rozpoznanie możliwości i efektywności różnych sposobów inicjowania samosiewnego odnowienia sosny zwyczajnej, podstawowego gatunku lasotwórczego w naszym kraju.

O ile samosiewne odnowienie sosny było często stosowane w ubiegłym i na początku bieżącego wieku, to w ostatnich dziesięcioleciach zostało ono prawie całkowicie wyeliminowane przez odnowienie sztuczne. Zmiany zachodzące w środowisku przyrodniczym (ocieplenie klimatu, zanieczyszczenie atmosfery, eutrofizacja, w tym zwłaszcza nitryfikacja siedlisk, obniżenie poziomu wód gruntowych) powodują, że dawne rozwiązania i metody postępowania odnowieniowego nie mogą być obecnie bezpośrednio wykorzystywane. Podobnie, ze względu na odmienność warunków przyrodniczych, nie mogą być przejmowane wprost doświadczenia i rozwiązania uzyskane w innych krajach. Wynika stąd konieczność podejmowania nowych badań w tym zakresie. Dotyczy to zwłaszcza zagadnień związanych z rozpoznaniem optymalnych warunków siedliskowych dla powstania i rozwoju odnowień, ich inicjowaniem i kształtowaniem najbardziej korzystnych warunków do kiełkowania nasion oraz wzrostu i rozwoju nalotów.

Aktualny stan polskich badań w tej dziedzinie jest skromny. Jedyne systematyczne badania nad celowym inicjowaniem samosiewów sosny prowadzone były w IBL przez MIERZEJEWSKIEGO (1975). Analizował on na kilku powierzchniach doświadczalnych w różnych regionach kraju zagęszczenie i przeżywalność siewek z obsiewu górnego pod okapem drzewostanu, przy zastosowaniu różnej intensywności cięć obsiewnych oraz z obsiewu bocznego na zrębie zupełnym. Dodatkowym czynnikiem różnicującym warunki kiełkowania nasion i wzrostu siewek był sposób przygotowania gleby (orka i bronowanie). W ostatnich latach symulację naturalnego obsiewu sosny na eksperymentalnej, podokapowej powierzchni doświadczalnej w Puszczy Kampinoskiej przeprowadził TARASIUK (1994). Na powierzchni tej analizowany jest rozwój siewek na poletkach z przygotowaniem i bez przygotowania gleby oraz w różnych warunkach zabezpieczenia przed szkodami od zwierzyny.

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań nad inicjowaniem naturalnych odnowień sosny w Puszczy Augustowskiej prowadzonych w latach 1992-95, początkowo w Stacji Doświadczalnej IBL w Suwałkach, a po jej rozwiązaniu w 1993 r. kontynuowanych w Katedrze Hodowli Lasu SGGW na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

2. CEL I ZAKRES BADAŃ

Podstawowym celem badań było określenie optymalnych warunków dla wzrostu i rozwoju odnowień naturalnych sosny pod okapem drzewostanu macierzystego poddanego cięciom obsiewnym o różnej intensywności, przy różnych metodach przygotowania gleby. Ponadto miały one na celu określenie dynamiki zmian liczebności samosiewów sosny w pierwszych latach po cięciu obsiewnym.

Badania prowadzono na trzech powierzchniach doświadczalnych: dwóch założonych w drzewostanie sosnowym na siedlisku boru świeżego i jednej – w drzewostanie świerkowo-sosnowym na siedlisku boru mieszanego świeżego. W obiektach tych zastosowano dwa sposoby przygotowania gleby: pługiem leśnym dwuodkładnicowym i broną talerzową. Stopień zadrzewienia po cięciu obsiewnym w poszczególnych wariantach doświadczenia wahał się od 0,3 do 0,8.

3. OPIS TERENU BADAŃ

Terenem badań była Puszcza Augustowska, która stanowi odrębną dzielnicę (4) w II – Mazursko-Podlaskiej krainie przyrodniczoleśnej. Pod względem fitogeograficznym Puszcza leży w Północnym Dziale Geobotanicznym, gdzie dominują mszyste bory świerkowo-sosnowe. Klimat jest tu najchłodniejszy spośród nizinnych obszarów kraju i ma elementy kontynentalne. Średnia roczna temperatura wynosi ok. 6,5°C, a suma opadów – ok. 600 mm. Termiczny okres wegetacyjny jest krótki i trwa ok. 190 dni.

Powierzchnie doświadczalne zostały zlokalizowane w mezoregionie Równiny Augustowskiej, który utworzony jest z luźnych piasków wodnolodowcowych zlodowacenia bałtyckiego. Panuje tu na ogół siedlisko boru świeżego z glebami rdzawymi bielcowanymi. W regionie tym przeważają lite drzewostany sosnowe, które pod względem fitosocjologicznym reprezentują zespół boru brusznicowego *Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum* (SOKOŁOWSKI 1980).

Powierzchnia nr 1 – Nadleśnictwo Augustów, oddz. 103b, założona w 100-letnim drzewostanie sosnowym I.8 klasy bonitacji, na terenie równym, na siedlisku boru świeżego o pokrywie mszysto-brusznicowej i glebie rdzawej bielcowanej, wytworzonej z piasków luźnych wodnolodowcowych. Obiekt ma wymiary 100 x 120 m; jest podzielony na 6 działek o wielkości 20 a (40 x 50 m). W ramach cięcia obsiewnego wykonanego jesienią 1991r. zredukowano zadrzewienie drzewostanu do poziomu 0,6. Bezpośrednio po uprzątnięciu powierzchni (październik) przystąpiono do przygotowania gleby. Na czterech działkach zastosowano uprawę pługiem dwuodkładnicowym, a na dwóch pozostałych – broną talerzową.

Powierzchnia nr 2 – Nadleśnictwo Płaska, oddz. 258a, założona w 125-letnim drzewostanie sosnowym I.0 kl. bonitacji z ok. 30% domieszką świerka. Obiekt położony jest na terenie równym o lekkim spadku w kierunku zachodnim, na siedlisku boru mieszanego świeżego o pokrywie mszysto-czernicowej. Lokalnie, w niewielkich obniżeniach i w części położonej najniżej, pojawia się trzęślica modra, wskazując na stosunkowo wysoki, zmienny poziom wody gruntowej.

Cięcie obsiewne zostało wykonane jesienią 1991 roku na smudze drzewostanu o szerokości 30 m i długości 450 m (długość oddziału), położonej na osi wschód-zachód. Była to pierwsza powierzchnia w szeregu ostępowym, sąsiadująca od południowej i północnej strony z rębными drzewostanami sosnowymi. W cięciu tym całkowicie usunięto świerka i pojedyncze brzozy oraz sosnę o obniżonej zdrowotności i jakości. Jego intensywność była zróżnicowana: na jednej z działek, o wymiarach 30 x 75 m (22,5 a), zadrzewienie drzewostanu zostało zredukowane do poziomu ok. 0,3 (ok. 100 drzew/ha), na drugiej – do poziomu ok. 0,7 (ok. 200 drzew/ha). Na pozostałych działkach zadrzewienie drzewostanu wynosiło 0,6.

Zastosowano tu dwa sposoby przygotowania gleby: wyorywanie bruzd i bronowanie broną talerzową.

Powierzchnia nr 3 – Nadleśnictwo Pomorze, oddz. 769a, założona w 140-letnim drzewostanie sosnowym o bonitacji I.5 na siedlisku boru świeżego, ukształtowanym na glebie rdzawej bielcowanej. Ma ona kształt prostokąta o wymiarach 650 x 60m., położonego w kierunku wschód-zachód; od południa i od północy sąsiaduje z sosnowymi drzewostanami rębными. Powierzchnia jest podzielona na 13 działek o wymiarach 50 x 60 m. W jej wschodniej części teren jest pofałdowany z pokrywą czernicową z fragmentami trzcinnika i maliny; w pozostałej części – równy z pokrywą mszysto-brusznicową i czernicową. Cięcie wykonano tu jesienią 1991 roku. Stopień zadrzewienia starodrzewu po cięciu obsiewnym zależnie od działki wynosił od 0,4 do 0,7. Z uwagi na słaby urodzaj nasion przygotowanie gleby odłożono do jesieni następnego roku. Na części działek wyorywano bruzdy, na części zaś – kilkakrotnie, w dwu kierunkach skaryfikowano glebę broną talerzową.

4. METODYKA BADAŃ

Liczebność siewek inwentaryzowano na 25-metrowych transektach. W wariantcie z orką transekt obejmował pas złożony z bruzdy i dwóch skib, w wariantcie z bronowaniem jego szerokość wynosiła 1 metr. Liczbę nalotów, z uwzględnieniem wieku, a w ostatnim roku pomiarów także jakości, rejestrowano na kolejnych metrach bieżących transektu, oddzielnie dla bruzdy i skiby. Na poszczególnych powierzchniach transekty lokalizowano uwzględniając:

- 1) zadrzewienie drzewostanu,
- 2) położenie w obrębie powierzchni manipulacyjnej:
 - w południowej części, w sąsiedztwie drzewostanu leżącego poza strefą cięć;
 - w środkowej części pasa manipulacyjnego;
 - w północnej części, w sąsiedztwie linii oddziałowej;
- 3) poziom zachwaszczenia powierzchni.

Ogółem siewki rejestrowano na 59 transektach (34 w wariancie z orką i 25 w wariancie z bronowaniem). Inwentaryzację siewek wykonywano co roku jesienią w latach 1992-1995.

Wysokość i jakość siewek analizowano w latach 1993 i 1995. W pierwszym terminie (1993 r.) uwzględniano siewki jednoletnie (Nadl. Pomorze) i dwuletnie (Nadl. Płaska), dla których określono wysokość, długość części uigłonej siewki i długość igieł. Pomiaru te objęły próbę ok. 1000 siewek. Uzyskane dane pozwoliły porównać rozwój siewek w różnych warunkach przygotowania gleby i osłony drzewostanu

W drugim terminie (1995 r.) analizowano siewki 3-4 letnie. Ich jakość hodowlaną określono na podstawie pokroju, występowania uszkodzeń, witalności i wielkości. Przyjęto 3 klasy jakości siewek: A (wysoka), B (średnia) i C (niska).

Wiosną 1993 r. w obiekcie Pomorze przeprowadzono próbę określenia wielkości obsiewu nasion i ich zdolności kiełkowania. W tym celu rozmieszczono na powierzchni 19 chwytników do nasion, których powierzchnia wynosiła $0,5\text{m}^2$ (8 szt.) i $0,25\text{m}^2$ (11 szt.). Po 6 z wymienionych urządzeń zainstalowano na trzech działkach, różniących się stopniem zwarcia i zadrzewienia drzewostanu (czynnik zadrzewienia 0,5, 0,6 i 0,7). W obrębie każdej działki po 2 chwytniki ustawiano: w sąsiedztwie drzewostanu leżącego poza strefą cięć, w środkowej części pasa manipulacyjnego i w sąsiedztwie linii oddziałowej. Nasiona wybierano w kilku terminach. Uzyskane wyniki przeliczono na 1m^2 . Próbę kiełkowania nasion wykonano w szalkach Petriego.

Istotność różnic między rozpatrywanymi wariantami doświadczenia w zakresie zagęszczenia i wybranych cech siewek sosny określono za pomocą analizy wariancji i testu Fishera LSD przy poziomie ufności 5%.

5. WYNIKI BADAŃ

5.1. Obsiew i zdolność kiełkowania nasion. Wydajność polowa wschodów

Łącznie na 1m^2 powierzchni w obiekcie Pomorze wiosną 1993 r. padało ponad 90 nasion, z których 60 było zdolnych do kiełkowania. Nie stwierdzono

Tabela 1
Table 1

Wydajność polowa wschodów sosny w różnych wariantach uprawowych na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Pomorze

Field efficiency of pine seedling germination on different cultivation methods on plot in the Pomorze Forest District

Wariant uprawowy i stan zachwaszczenia powierzchni Cultivation method and weed status of the plot	Liczba siewek szt./m ² Number of seedlings per square meter	Wydajność polowa wschodów % Field efficiency of germination %
Orka bez zachwaszczenia Ploughing plots lacking weeds including	11,2	18,7
w tym: bruzda furrow	20,4	34,0
skiba ridge	10,2	17,0
Orka z zachwaszczeniem Ploughing plots having weeds including	5,1	8,5
w tym: bruzda furrow	11,1	18,6
skiba ridge	3,5	5,8
Powierzchnia bronowana Harrowed area	10,4	17,4

istotnych różnic w obsiewie nasion na działkach różniących się zadrzewieniem drzewostanu.

Uzyskane dane pozwoliły określić wydajność polową wschodów rozumianą jako stosunek liczby siewek na koniec pierwszego sezonu wegetacyjnego do liczby opadłych nasion zdolnych do skiełkowania. Wydajność ta była najwyższa przy braku zachwaszczenia, niezależnie od sposobu przygotowania gleby. W wariantcie z orką, w przeliczeniu na całą powierzchnię, wyniosła 18,7%; w wariantcie z bronowaniem – 17,4%. Natomiast przy silnym zachwaszczeniu (wariant z orką) spadła do 8,5% (tab. 1). Wydajność wschodów w bruzdach, była 2-3-krotnie wyższa (34 i 18,6%) w porównaniu ze skibami (17 i 5,8%) (tab.1). Świadczy to o lepszych warunkach do kiełkowania nasion w bruzdach. Nie należy jednak wykluczyć, że różnice w zagęszczeniu siewek mogą także wynikać z powodu wywiewania nasion przez wiatr ze skib do bruzdy.

5.2. Zagęszczenie siewek

Zagęszczenie siewek na poszczególnych powierzchniach jest bardzo zróżnicowane (tab. 2 i 3). W pierwszym roku po obsiewie nasion najwięcej siewek, niezależnie od sposobu przygotowania gleby, stwierdzono na powierzchni w Nadl. Pomorze, najmniej na powierzchni w Nadl. Augustów. Wyraźnie negatywny wpływ na liczebność siewek wywarło zachwaszczenie, złożone z dynamicznie rozwijającego się trzcinnika, jeżyny i maliny, które wystąpiło na

Tabela 2

Table 2

Ogólna liczba i średnie zagęszczenie (szt/mb) nalotów sosny z uwzględnieniem ich wieku w kolejnych latach wzrostu na powierzchniach doświadczalnych przy orce pługiem dwuodkładnicowym

Total number and average density (per running meter) of natural reproduction of pine in subsequent years on research plots cultivated with forest plough

Powierzchnia Area	Rok Year	Bruzda Furrow					Skiba Ridge					Łączna długość transektów m Total length of transects (meter)	
		wiek siewek (lata) the age of seedlings (years)				razem total	wiek siewek (lata) the age of seedlings (years)				razem total		
		1	2	3	4		1	2	3	4			
Augustów	1992	405	-	-	-	405	19	-	-	-	19	200	
		2.0				2.0	0.1				0.1		
	1993	606	260	-	-	866	17	13	-	-	30		
		3.0	1.3			4.3	0.1	0.1			0.2		
1994	44	62	135	-	251	1	11	8	-	20			
	0.2	0.3	0.7		1.3	0.0	0.1	0.0		0.1			
1995	31	9	38	114	192	13	0	7	5	25			
	0.2	0.0	0.2	0.6	1.0	0.1	-	0.0	0.0	0.1			
Płaska	1992	1654	-	-	-	1654	99	-	-	-	99		294
		5.7				5.7	0.3				0.3		
	1993	458	754	-	-	1212	42	78	-	-	120		
		1.6	2.6			4.1	0.1	0.3			0.4		
1994	939	151	456	-	1546	80	19	17	-	116			
	3.2	0.5	1.6		5.2	0.3	0.1	0.1		0.4			
1995	71	491	62	218	842	5	62	16	15	98			
	0.2	1.7	0.2	0.7	2.9	0.0	0.2	0.1	0.0	0.3			
Pomorze	1993	2894	-	-	-	2894	943	-	-	-	943	350	
		8.3				8.3	2.7				2.7		
	1994	425	194	-	-	619	43	62	-	-	105		
1.2		0.6			1.8	0.1	0.2			0.3			
1995	26	21	46	-	93	3	0	0	-	3			
	0.1	0.1	0.2		0.4	0.0	-	-		0.0			

pewnych fragmentach powierzchni w Nadl. Pomorze. Redukcja liczebności siewek w stosunku do powierzchni bez zachwaszczenia wynosiła ok. 50% w brzdach i ponad 70% na skibach (porównaj dane w tab. 1).

W dalszych latach obserwacji zagęszczenie siewek na poszczególnych powierzchniach istotnie zmienia się. W ostatnim roku najliczniejsze odnowienia stwierdzono na powierzchni w obiekcie Płaska (2,9 siewki/mb bruzdy i 1,6 siewki/m² powierzchni bronowanej), najrzadsze na powierzchni w obiekcie Pomorze (0,4 siewki/mb bruzdy i 1,0 siewka/ m² powierzchni bronowanej).

Tabela 3
Table 3

Ogólna liczba i średnie zagęszczenie (szt/m²) nalotów sosny z uwzględnieniem ich wieku w kolejnych latach wzrostu na powierzchniach doświadczalnych przy uprawie gleby broną talerzową

Total number and average density (per running meter) of natural reproduction of pine by age in subsequent years on research plots cultivated with disk harrow

Powierzchnia Area	Rok Year	Wiek siewek (lata) The age of seedlings (years)				Razem Total	Łączna długość transektów Total length of transects (meter)
		1	2	3	4		
Augustów	1992	84	–	–	–	84	75
		1.1				1.1	
	1993	77	57	–	–	134	
		1.0	0.8			1.8	
	1994	10	27	41	–	78	
		0.1	0.4	0.5		1.0	
1995	9	9	21	39	78		
	0.1	0.1	0.3	0.5	1.0		
Płaska	1992	378	–	–	–	378	200
		1.9				1.9	
	1993	198	236	–	–	434	
		1.0	1.2			2.2	
	1994	298	115	200	–	613	250
		1.2	0.5	0.8		2.4	
1995	24	178	78	131	411		
	0.1	0.7	0.3	0.5	1.6		
Pomorze	1993	3108	–	–	–	3108	300
		10.4				10.4	
	1994	801	259	–	–	1060	
		2.7	0.9			3.6	
	1995	23	149	122	–	294	
		0.1	0.5	0.4		1.0	

Uzyskane wyniki świadczą, że sosna odnawiała się głównie w pierwszych 2-3 latach po przygotowaniu gleby, przy czym niemalże we wszystkich wariantach doświadczenia najwięcej siewek stwierdzono w pierwszym roku odnowienia. Z zagęszczenia rocznych siewek wynika, że lata obfitego urodzaju nasion w poszczególnych obiektach doświadczalnych nie zawsze się ze sobą pokrywają.

5.2.1. Wpływ sposobu przygotowania gleby na rozmieszczenie i zagęszczenie siewek

Wpływ sposobu przygotowania gleby na zagęszczenie siewek przeanalizowano w pierwszym (o największym zagęszczeniu siewek) oraz w ostatnim roku doświadczenia (1995 r.), uwzględniając siewki wszystkich roczników łącznie.

W wariacie z orką siewki występują w formie rzędowo-pasowej, najliczniej w bruzdzie, zdecydowanie rzadziej na skibie i tylko sporadycznie pomiędzy wyoranymi pasami płużnymi (bez przygotowania gleby). W wariacie z bronowaniem siewki są równomiernie rozmieszczone na całej powierzchni.

W celu porównania liczebności siewek na jednostce powierzchni w obu wariantach przygotowania gleby średnie zagęszczenie siewek w bruzdzie i na skibie przeliczono na 1 ar, przyjmując odległość między pasami płużnymi 2,0 m. Z uzyskanych danych wynika (tab. 4), że w pierwszym roku odnowienia w dwóch obiektach doświadczenia uzyskano przy obu sposobach uprawy zbliżone rezultaty, w trzecim zaś (Nadl. Płaska) więcej siewek stwierdzono w wariacie z orką. W późniejszych latach, na skutek różnic w przeżywalności, ogólnie więcej siewek występowało w wariacie z bronowaniem.

Tabela 4

Table 4

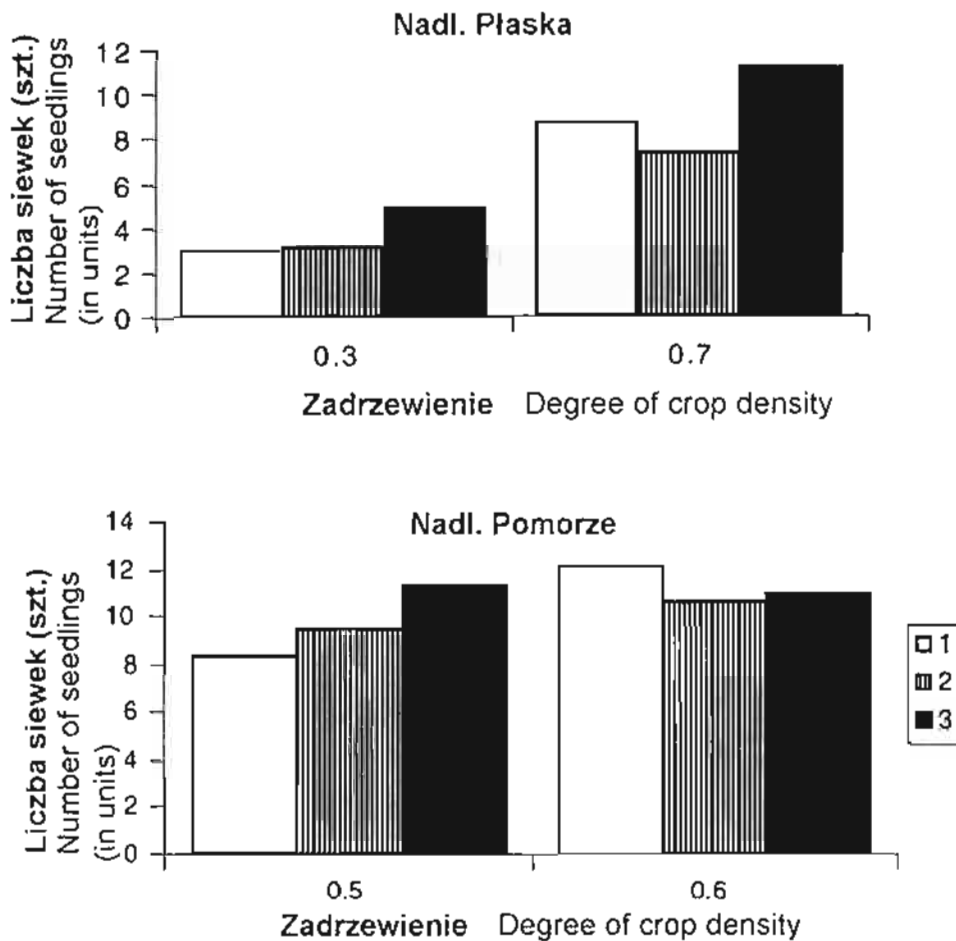
Liczebność siewek sosny (w szt/a) na poszczególnych powierzchniach doświadczalnych w zależności od sposobu przygotowania gleby i roku obserwacji

Number of pine seedlings (per acre) on particular experiment plots by soil preparation methods and year of the experiment

Rok obserwacji Year of the experiment	Sposób uprawy Method of the cultivation	Powierzchnia doświadczalna Experimental plot		
		Augustów	Płaska	Pomorze
I	orka ploughing	110	315	1120
	brona disk harrow	112	189	1042
III lub IV (III or IV)	orka ploughing	60	175	21
	brona disk harrow	101	165	98

5.2.2. Wpływ zadrzewienia drzewostanu i położenia w strefie powierzchni manipulacyjnej na zagęszczenie siewek

Zagęszczenie siewek przy różnym zadrzewieniu drzewostanu i położeniu na strefie manipulacyjnej analizowano na powierzchniach obiektów Płaska i Pomorze w pierwszym roku obserwacji. W obu obiektach stwierdzono, że zadrzewienie drzewostanu istotnie wpływa na zagęszczenie siewek (wartość P przy poziomie ufności 0,05 wynosi odpowiednio $<0,0001$ i $0,0227$) (ryc. 1, 2). Na powierzchni w Nadl. Płaska w drzewostanie o zadrzewieniu 0,7 stwierdzono ponad dwukrotnie więcej siewek (średnio 9,6 szt/mb) niż w drzewostanie o zadrzewieniu 0,3 (średnio 3,6 szt/mb). Na powierzchni w Nadl. Pomorze, gdzie porównywano drzewostany o zbliżonym zadrzewieniu (0,5 i 0,6), zagęszczenie siewek wynosiło odpowiednio 11,2 i 9,6 szt/mb.



Ryc. 1. Średnie zagęszczenie siewek (w szt./mb bruzdy i skiby łącznie) w zależności od zadrzewienia i położenia na pasie manipulacyjnym na powierzchni doświadczalnej w nadleśnictwach Płaska i Pomorze. Oznaczenia: 1 – strefa północna, 2 – strefa środkowa, 3 – strefa południowa

Fig. 1. Average density of seedlings (per running meter of furrow or ridge per year) by degree of crop density and situation on the treatment on experimental plot in forest districts: Płaska and Pomorze. Notations: 1 – north zone, 2 – middle zone, 3 – south zone

Nie stwierdzono w analizowanych obiektach istotnych zależności między położeniem na pasie manipulacyjnym a zagęszczeniem siewek. Tylko na powierzchni w Nadl. Płaska w strefie południowej, w bezpośrednim sąsiedztwie drzewostanu nie objętego cięciem odnowieniowym, stwierdzono istotnie więcej siewek niż w pozostałych strefach powierzchni (ryc. 1).

5.3. Przeżywalność siewek

Przeżywalność siewek określano w dwóch układach:

- co roku, uwzględniając oddzielnie każdy rocznik siewek; stan na koniec sezonu wegetacyjnego odnoszono do stanu wyjściowego w roku ich powstania;
- w ostatnim roku badań, analizując łącznie wszystkie roczniki siewek (z pominięciem siewek z ostatniego sezonu wegetacyjnego); ich stan końcowy odniesiono do ogólnej liczby siewek w całym badanym okresie.

Przeżywalność poszczególnych roczników siewek wykazuje duże zróżnicowanie zarówno między powierzchniami jak i różnymi wariantami uprawowymi (ryc. 2 i 3). Jest to szczególnie widoczne przy porównaniu przeżywalności siewek z 1992 i 1993 roku.

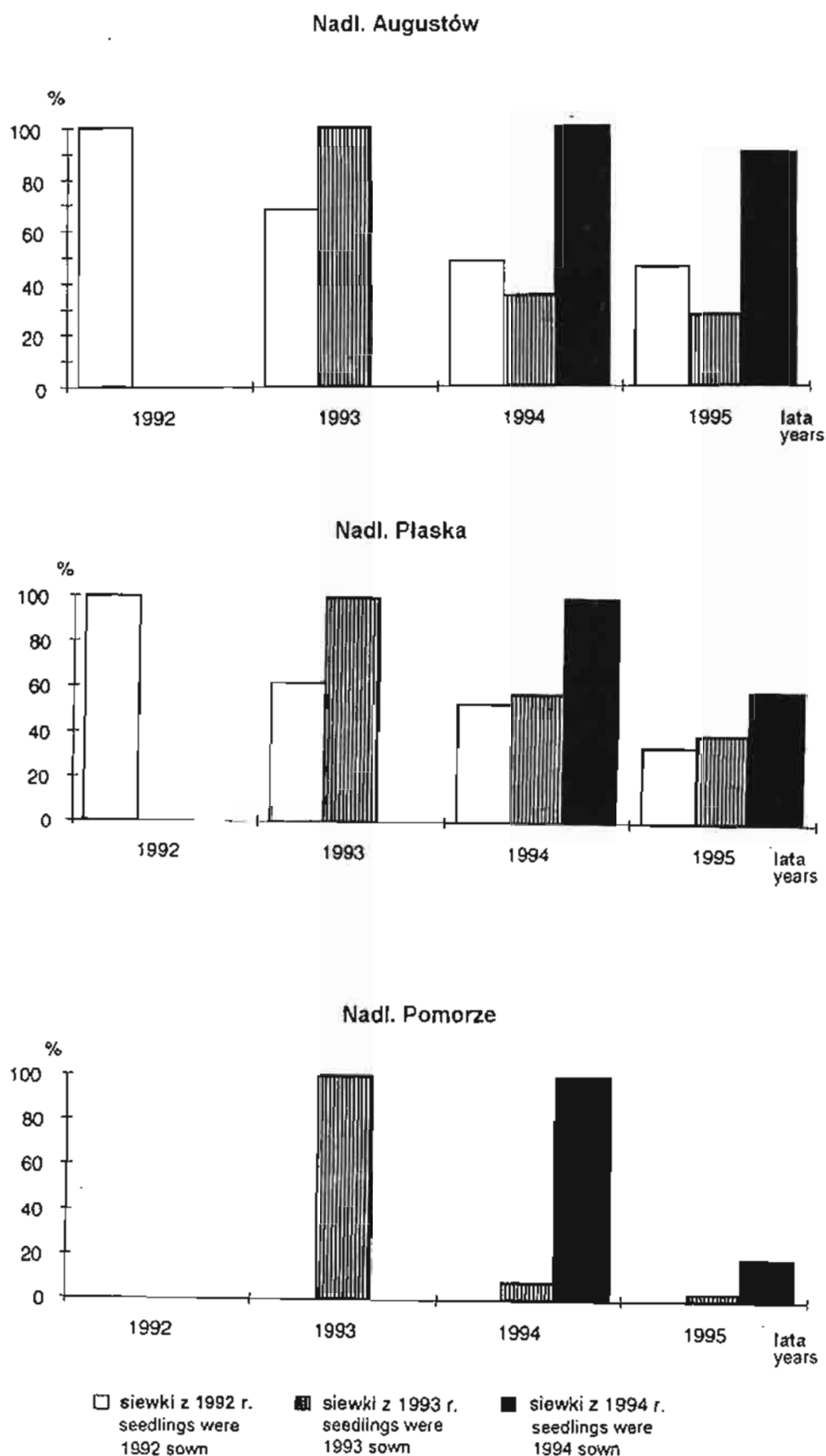
Przeżywalność siewek z 1992 roku na koniec drugiego sezonu wegetacyjnego w wariancie z bronowaniem na obu powierzchniach doświadczalnych (nadleśnictwa: Augustów i Płaska) wynosiła ponad 60% (ryc. 2). Większe zróżnicowanie stwierdzono w przeżywalności siewek w bruzdzie: Nadl. Augustów – 64,2%, Nadl. Płaska – 45,6% (ryc. 3). W następnych latach w obu obiektach zaznacza się już wyraźna przewaga (ok. 20%) przeżywalności siewek na powierzchni bronowanej w stosunku do przeżywalności w bruzdach.

Siewki z 1993 roku na wszystkich powierzchniach charakteryzowały się znacznie niższą przeżywalnością. Po drugim roku najwięcej wypadów stwierdzono na powierzchni w Nadl. Pomorze. Niezależnie od sposobu przygotowania gleby, ich przeżywalność wynosiła tu 7-8%. Przyczyną tak wysokich wypadów było masowe porażenie siewek przez osutkę sosny w okresie zimowo-wiosennym. Po trzecim sezonie wegetacyjnym wskaźnik przeżywalności obniżył się jeszcze bardziej i ukształtował się na poziomie 2-4%. Na innych powierzchniach przeżywalność kształtowała się znacznie korzystniej, szczególnie w wariancie z bronowaniem, lecz ustępowała siewkom z poprzedniego roku.

Siewki z 1994 roku, w zależności od powierzchni i wariantu uprawowego, charakteryzowały się bardzo zróżnicowaną przeżywalnością (od 5 do 90%). Niska liczebność siewek tego rocznika nie pozwala na wskazanie ogólniejszych prawidłowości.

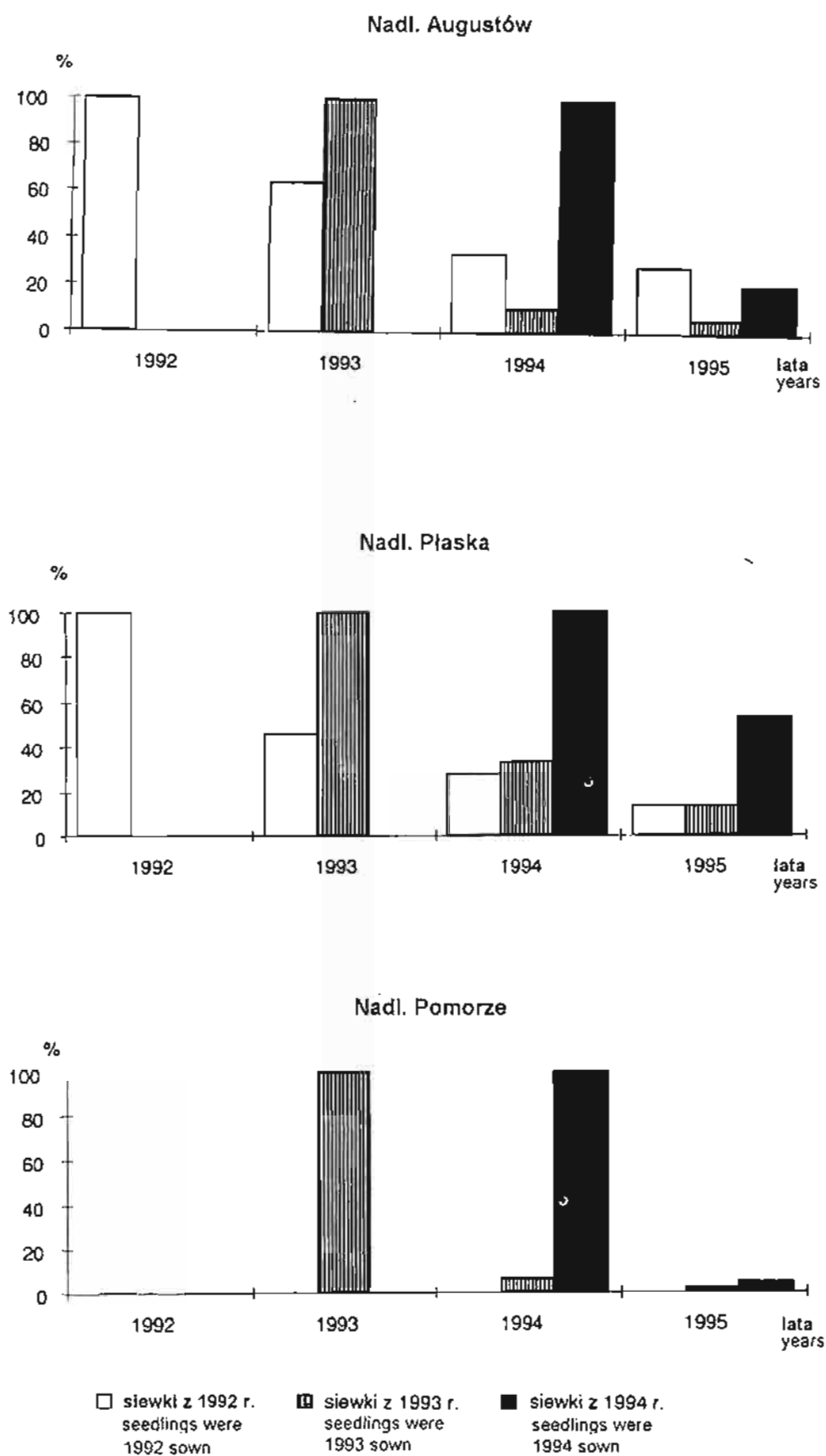
Końcowa przeżywalność siewek wszystkich roczników łącznie na poszczególnych powierzchniach była zróżnicowana i w dużym stopniu uzależniona od sposobu przygotowania gleby (ryc. 4).

Najniższą przeżywalnością (2-7%), niezależnie od sposobu uprawy gleby, charakteryzowały się siewki na powierzchni w Nadl. Pomorze. Masowe wypadki siewek spowodowane były porażeniem przez osutkę i dużym zachwaszczeniem. Na pozostałych powierzchniach wyraźnie wyższą przeżywalnością cechowały się siewki rosnące na powierzchni przygotowanej broną talerzową (40-44%). Przeżywalność siewek w bruzdach wyniosła od 15 (Nadl. Augustów) do 25%



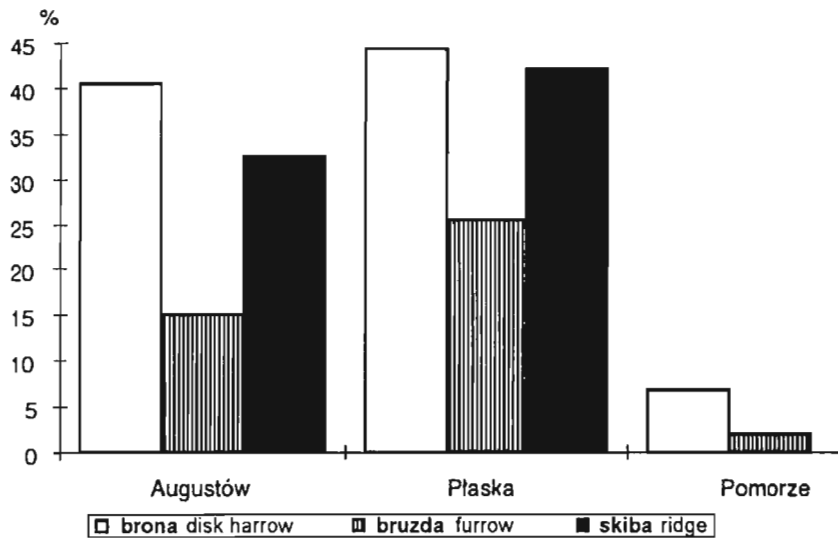
Ryc. 2. Przeżywalność poszczególnych roczników siewek w kolejnych latach wzrostu na badanych powierzchniach przy skaryfikacji gleby broną talarzową

Fig. 2. Survival of seedlings by age in subsequent years on research plots with scarification of soil with disk harrow



Ryc. 3. Przeżywalność poszczególnych roczników siewek w bruzdach w kolejnych latach wzrostu na badanych powierzchniach

Fig. 3. Survival of seedlings by age in furrows in subsequent years on research plots



Ryc. 4. Ogólna przeżywalność siewek na koniec okresu badań (1995) na poszczególnych powierzchniach doświadczalnych przy różnym przygotowaniu gleby

Fig. 4. Total survival of seedlings at the end of period of research (1995) on plots with different soil preparation

(Nadl. Płaska), natomiast na skibach – od 42% (Nadl. Płaska) do 68% (Nadl. Augustów). Wyższą przeżywalność siewek w wariancie z bronowaniem i na skibach należy tłumaczyć korzystniejszymi warunkami do wzrostu i rozwoju siewek, jakie powstają przy tym sposobie skaryfikacji gleby. Siewki korzystają tu z żyzniejszej gleby niż w przypadku bruzd, gdzie usunięta została wierzchnia warstwa gleby, zasobna w próchnicę i składniki mineralne, a także grzyby mikoryzowe.

Wyższa przeżywalność siewek na powierzchni w Nadl. Płaska w porównaniu z powierzchnią w Nadl. Augustów wynika, jak się wydaje, z różnic w trofizmie i wilgotności gleby. O większej żyzności i wilgotności gleby w obiekcie Płaska świadczy m.in. charakter runa (pokrywa czernicowa, miejscami występowała trzęślica modra – roślina wskaźnikowa dla siedlisk wilgotnych) i skład drzewostanu (30% domieszka świerka), podczas gdy w obiekcie Augustów w runie dominowała borówka brusznica i miejscami wrzos, a w drzewostanie brak było świerka nawet w podszycie.

Ogólnie niska przeżywalność siewek wynikała ze szczególnie niekorzystnych warunków pogodowych, jakie przypadły na okres prowadzonych badań: trzymiesięczna susza letnia, połączona z upałami w 1992 roku, sucha wiosna 1993 roku, suche i upalne lato 1994 roku. Łagodne zimy z kolei przyczyniły się do powstania wysokich szkód ze strony patogenicznych grzybów.

5.4. Wzrost i rozwój siewek

5.4.1. Wpływ sposobu przygotowania gleby i jej zachwaszczenia na wzrost siewek

Wyniki uzyskane na powierzchni w Nadl. Pomorze wskazują, że siewki rosnące w bruzdzie charakteryzowały się wyraźnie mniejszą wysokością, długością pędu uigłonego i długością igieł niż siewki rosnące na skibie i powierzchni bronowanej (tab. 5). Te ostatnie w zakresie analizowanych cech nie wykazywały między sobą istotnych różnic statystycznych. Dane te są zbieżne z wynikami dotyczącymi przeżywalności siewek w zależności od sposobu uprawy gleby i potwierdzają poczynione tam spostrzeżenia.

Siewki rosnące w różnych warunkach zachwaszczenia różnią się między sobą szczególnie istotnie pod względem długości pędu uigłonego i długości igieł (tab. 6). Wydłużony pęd, delikatne, krótkie igły rozmieszczone na pędzie w stosunkowo dużych odległościach to cechy jednorocznych siewek rosnących w warunkach silnego zachwaszczenia. Mają one nikłą szansę na przeżycie i dalszy rozwój.

Tabela 5

Table 5

Średnie wartości cech morfologicznych (w mm) jednorocznych siewek przy różnym sposobie uprawy gleby na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Pomorze

Average values of morphological characteristics (mm) of one-year-old seedlings with different soil preparation methods on experimental plots in Pomorze Forest District

Cecha Characteristics	Bruzda Furrow	Skiba Ridge	Brona Disk harrow	F	P
h_1	<u>19,5</u>	<u>20,0</u>	21,1	5,691	0,0036
H	35,5	<u>41,0</u>	<u>42,2</u>	15,941	0,0000
L_p	16,0	<u>21,0</u>	<u>21,0</u>	15,532	0,0000
Li	19,9	<u>23,3</u>	<u>22,9</u>	18,431	0,0000
n	158	102	208		

Oznaczenia : h_1 – wysokość oszdzenia liścieni, H – wysokość siewek, L_p – długość części uigłonej pędu, Li – długość igieł, n – liczebność próby, F – wartość funkcji testowej, P – prawdopodobieństwo. Podkreślenie wskazuje brak istotnych różnic między porównywanymi wartościami.

Designations: h_1 – height cotyledon deposition, H – height of seedlings, L_p – length of needled shoot, Li – length of needles, n – sample quantity, F – value of testing function, P – probability. Underlining points the lack of significant differences between comparing values.

Tabela 6
Table 6

Średnie wartości x i współczynniki zmienności v cech morfologicznych jednorocznych siewek w zależności od zachwaszczenia gleby na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Pomorze

Average values x and variability coefficients v of morphological characteristics of one-year-seedlings according to weed status on experiment plot in Pomorze Forest District

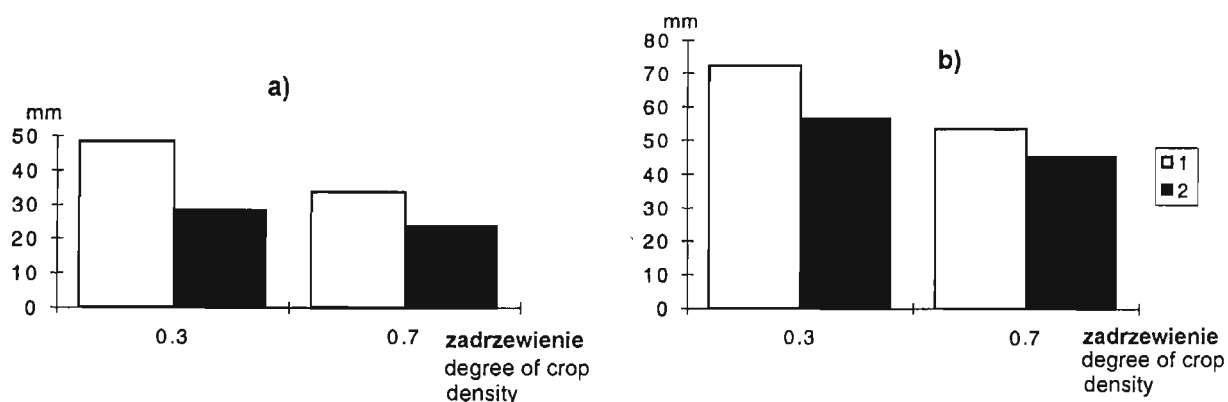
Cecha Characteristics	Stan pokrywy glebowej Status of the soil cover				P
	bez chwastów without weeds		zachwaszczona with weeds		
	x mm	v %	x mm	v %	
h1	20,3	22,9	18,7	21,4	0,0000
H	39,6	30,0	41,7	31,1	0,0184
Lp	19,3	49,7	23,0	50,2	0,0000
Li	22,0	24,6	17,8	28,6	0,0000

Oznaczenia jak w tabeli 5

Designation as in table 5

5.4.2. Wpływ zadrzewienia i strefy powierzchni manipulacyjnej na wzrost siewek

Rozpatrywane zależności analizowano dla dwuletnich siewek rosnących na powierzchni w Nadl. Płaska. Z uzyskanych danych wynika, że większą długością pędu uigłonego i igieł charakteryzują się zarówno siewki rosnące pod bardziej przerzedzonym drzewostanem (zadrzewienie 0,3; $P < .0001$), jak również w strefie północnej pasa manipulacyjnego – najbardziej nasłonecznionej ($P < .0001$). Generalnie najlepszy wzrost wykazywały siewki rosnące w warunkach niskiego zadrzewienia i braku ocienienia bocznego (strefa północna powierzchni). Natomiast siewki rosnące w warunkach bardziej zwartego drzewostanu (o zadrzewieniu 0,7), niezależnie od położenia na pasie manipulacyjnym, jak i siewki rosnące pod przerzedzonym okapem, lecz w strefie południowej, pozostającej w ocienieniu nieprzerzedzonego drzewostanu, wykazują gorszy wzrost, nie różniąc się przy tym istotnie między sobą (ryc. 5). Zbyt silna osłona zarówno górna, jak i boczna, wywiera negatywny wpływ na wzrost i rozwój sosny już od pierwszych lat życia. Osłona boczna w tym przypadku jest spowodowana głównie przez świerk, który występuje jako domieszka w drzewostanie sosnowym. Tak silna reakcja młodych siewek na różnice w ocienieniu związana jest, jak się wydaje, z silnym stresem wodnym (susza) w lecie 1992 roku, tj. w roku ich powstania. Można przypuszczać, że różnice te nie wystąpiłyby w tak krótkim czasie, gdyby warunki wilgotnościowe były korzystniejsze.



Ryc. 5. Średnia długość: a – pędu uigłonego i b – igieł dwuletnich siewek w zależności od zadrzewienia drzewostanu i położenia na pasie manipulacyjnym na powierzchni doświadczalnej w Nadl. Płaska. Oznaczenia: 1 – strefa północna, 2 – strefa południowa)

Fig. 5. Average length of : a – needled shoot and b – needles on 2-year-old seedlings by stand degree of crop density and location on manipulation belt on research plot in Płaska forest district. Denotations: 1 – north zone, 2 – south zone

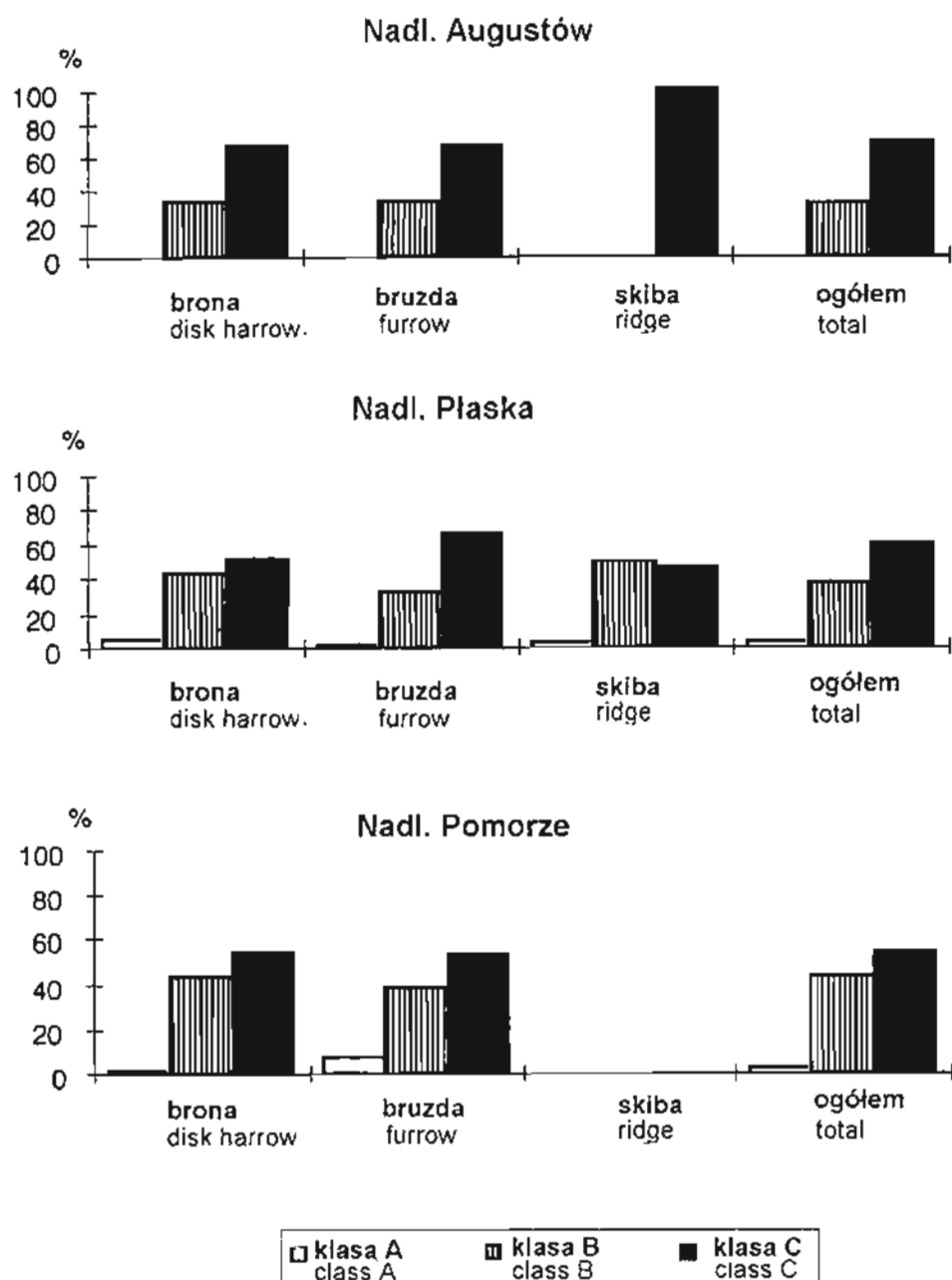
5.4.3. Jakość i wysokość siewek

Z przeprowadzonej oceny jakości siewek na koniec okresu badań wynika, że przewagę mają naloty o niskiej jakości (klasa C). W zależności od obiektu i sposobu uprawy gleby ich udział wynosi od 51,3 do 100% (ryc. 6). Następną grupę, o udziale do 42 %, stanowią naloty średniej jakości (klasa B). Natomiast najmniej nalotów (do 7,5%) wystąpiło w klasie A – o wysokiej jakości.

Najniższą jakością charakteryzowały się siewki na powierzchni w Nadl. Augustów. Odnaczały się one krótkimi, żółknącymi igłami i delikatnymi, słabo wykształconymi pączkami wierzchołkowymi. Sprawiało to wrażenie niedostatku substancji pokarmowych i wilgoci.

Nieco wyższą jakość osiągnęły siewki na powierzchniach w nadleśnictwach Płaska i Pomorze. Tu naloty rosnące na glebie przygotowanej broną talerzową oraz na skibach były wyższej jakości niż w bruzdach, co potwierdza wcześniejsze stwierdzenia o korzystniejszych warunkach wzrostu i rozwoju siewek na glebie skaryfikowanej broną talerzową.

Główną przyczyną obniżenia jakości siewek na powierzchni w obiekcie Płaska było zgryzanie pędów przez zwierzynę. Charakteryzowały się one zniekształconym pokrojem. Bardzo często występowała tu forma wielopędowa, uwarunkowana poza zgryzieniem prawdopodobnie także uszkodzeniami od owadów, grzybów. Liczną grupę stanowiły także siewki wytwarzające późnoletni przyrost z tegorocznych pączków bocznych i pączka głównego. Powstające pędy (od jednego do kilku na siewce) charakteryzowały się pojedynczymi igłami, typowymi dla jednorocznych siewek.



Ryc. 6. Udział siewek w klasach jakości w zależności od sposobu uprawy gleby na poszczególnych powierzchniach doświadczalnych

Fig. 6. Share of seedlings in quality classes by method of soil cultivation on plots

Z pomiaru wysokości 3-4-letnich siewek wynika, że badane odnowienia charakteryzowały się słabym wzrostem. Ich średnia wysokość w obiekcie Augustów i Płaska wynosi odpowiednio 101 i 71 mm. Wysokości siewek poszczególnych klas jakości różnią się istotnie między sobą (tab. 7). Jednym z istotnych czynników zahamowania wzrostu i obniżenia jakości były niekorzystne warunki pogodowe w okresie prowadzenia doświadczenia (wyjątkowo silny stres wilgotnościowy), co szczególnie dało się zauważyć w uboższym wariantcie boru

Tabela 7

Table 7

Średnia wysokość nalotów ogółem i w klasach jakości (w mm) na powierzchni w nadleśnictwach Augustów i Płaska

Average height of regeneration in total and in quality classes (mm) on plots in the Augustow and Płaska Forest Districts

Powierzchnia Area	Średnia wysokość Average height mm			P	
	ogółem total	klasa jakości quality class			
		A	B		C
Nadl. Augustów	101,1	–	118,8	81,6	0,0000
Nadl. Płaska	71,1	138,9	84,4	50,8	0,0000

świeżego (Nadl. Augustów). Na powierzchni w Nadl. Płaska dodatkowo jeszcze duże znaczenie miały szkody od zwierzyny, które nie pozwoliły na prawidłowy wzrost i rozwój nalotów.

6. DYSKUSJA

Przedstawione wyniki badań obejmują okres trzech lub czterech pierwszych lat od zainicjowania naturalnego odnowienia. Pod względem warunków pogodowych były to lata szczególnie niekorzystne dla kiełkowania nasion oraz wzrostu i rozwoju młodych siewek (susze wiosenne i letnie w latach 1992-94). Dlatego też uzyskane efekty z gospodarczego punktu widzenia nie są zadowalające. Pozwalają one jednak na zaobserwowanie pewnych prawidłowości w rozwoju odnowień i poznanie różnych negatywnych czynników, które należy uwzględnić planując i inicjując samosiewne odnowienie sosny.

Wyniki dotyczące kiełkowania nasion i zagęszczenia siewek przy różnym sposobie przygotowania gleby wskazują, że zarówno orka w bruzdy, jak i skaryfikacja gleby broną talerzową dają zbliżone wyniki. Fakt ten jest godny podkreślenia, gdyż w innych doświadczeniach, bronowanie dawało gorsze wyniki w porównaniu z orką (MIERZEJEWSKI 1975). Niższa efektywność obsiewu przy tym sposobie przygotowania gleby wynika prawdopodobnie stąd, że bronowanie, zwłaszcza przy jednorazowym wykonaniu zabiegu, nie zapewnia dobrego odsłonięcia gleby mineralnej, zaś mieszanina roślin runa, ściółki i gleby, bez dobrego ułożenia się, utrudnia kiełkowanie nasion, głównie z braku dobrego podsiąkania wody. O istotnym wpływie sposobu uprawy gleby na kiełkowanie nasion świadczą badania PEŃNY (1971) z których wynika, że najczęściej (8-15%)

nasion kiełkuje na powierzchni skaryfikowanej, tj. tam, gdzie została usunięta pokrywa roślinna wraz z warstwą próchnicy nakładowej oraz na powierzchni przygotowanej w bruzdy za pomocą pługa; najslabiej zaś (do 3% opadłych nasion) na powierzchni, gdzie przy użyciu maszyny rotacyjnej została wymieszana pokrywa roślinna z warstwą ściółki i gleby.

Dobre efekty uzyskane zwłaszcza w pierwszym roku na powierzchni w Nadl. Pomorze wskazują, że zabieg bronowania powinien być wykonany kilkakrotnie, dając w rezultacie "czarny ugór". Wskazane jest zatem doskonalenie sposobu wykonania bronowania, gdyż zabieg ten stwarza siewkom lepsze warunki wzrostu i rozwoju. Mają tu one dłuższe pędy i igły oraz wyższą przeżywalność w porównaniu z siewkami rosnącymi w bruździe. Słabszy rozwój siewek w bruzdach wynika z gorszych warunków troficznych; rozwijają się one na odsłoniętej glebie mineralnej, pozbawionej najczęściej warstwy próchnicznej i uboższej w składniki pokarmowe.

Problem właściwego przygotowania gleby pod naturalny obsiew sosny w warunkach północno-wschodniej Polski ma szczególne znaczenie ze względu na duże wpływy czynnika borealnego w tym regionie. Mamy tu często do czynienia z grubymi warstwami próchnicy nakładowej i bujnie rozwiniętą pokrywą mszysto-krzewinkową, które utrudniają kiełkowanie i wzrost młodych siewek. Tym prawdopodobnie należy tłumaczyć fakt, że – jak ustalono na podstawie danych z najnowszej rewizji urządzania lasu – Kraina Mazursko-Podlaska (II) obok Mazowiecko-Podlaskiej (IV) ma najmniejszą powierzchnię drzewostanów z samorzutnym, podokapowym odnowieniem sosny w porównaniu z innymi nizinnymi i wyżynnymi regionami kraju (ZAJĄCZKOWSKI 1994). Także badania i obserwacje własne wskazują, że podokapowe odnowienia sosny w Puszczy Augustowskiej pojawiają się sporadycznie (TWARÓG, ANDRZEJCZYK, 1993).

Istotnym warunkiem, decydującym o powodzeniu samosiewnego odnowienia sosny jest stan powierzchni gleby i forma występowania runa. Na fakt ten zwracają uwagę BERNADZKI (1981), HEINSDORF (1994) i in. Do odnowienia naturalnego należy kwalifikować tylko te powierzchnie, które cechuje roślinność typowa dla borów sosnowych (pokrywa mszysta, brusznicowo-mszysta i ewentualnie czernicowo-mszysta). Obecność, nawet w niewielkiej ilości, ekspansywnych gatunków roślin takich jak trzcinnik leśny, malina, jeżyna, powinna dyskwalifikować powierzchnię do inicjowania odnowienia naturalnego. Na powierzchni w Nadl. Pomorze, przy silnej konkurencji bujnie rozwijającego się runa, złożonego z wyżej wymienionych gatunków, siewki w pierwszym roku wykazywały słaby rozwój (wydłużone, delikatne pędy, krótkie igły), a w następnym całkowicie wypadły.

Wpływ zadrzewienia drzewostanu na liczebność i wzrost siewek sosny zaznacza się bardzo wyraźnie w skrajnych warunkach. Porównując drzewostan o zadrzewieniu 0,3 i 0,7 więcej siewek stwierdzono w drzewostanie mniej przerzedzonym (większy obsiew nasion), natomiast ich wzrost i rozwój jest

korzystniejszy w drzewostanie bardziej przerzedzonym. Przy ustalaniu intensywności cięcia obsiewnego należy zatem uwzględnić zarówno aspekt ilościowy odnowienia (zagęszczenie) jak i jakościowy (wzrost i rozwój nalotów). Uzyskane dane wskazują, że optymalnych wyników odnowienia należy oczekiwać przy zadrzewieniu drzewostanu w zakresie 0,4-0,5. Jest to zgodne z zaleceniami wielu hodowców zajmujących się tą problematyką (BERNADZKI 1981, MIERZEJEWSKI 1975, TOMCZYK 1993).

Ważnym czynnikiem rozwoju nalotów sosny w warunkach Puszczy Augustowskiej jest także ocienienie boczne, stwarzane głównie przez świerki występujące jako domieszka w drzewostanie sosnowym, leżącym od strony południowej poza strefą cięć odnowieniowych. Dla zmniejszenia ujemnego wpływu tego ocienienia należy w ramach cięć obsiewnych wycinać świerki z tego drzewostanu, w pasie o szerokości do 20 m.

W wielu pracach zwracano uwagę, że sosna, będąc wprawdzie gatunkiem o wysokich wymaganiach świetlnych, może przez wiele lat rozwijać się w warunkach podokapowych, wykazując przy tym dobry wzrost i jakość (ANDRZEJCZYK, ŻYBURA 1981, TARASIUK, ZWIENIECKI 1990, BARZDAJN i in. 1992). Uzyskane dane nie potwierdzają tych stwierdzeń. Siewki sosny już w pierwszych latach wykazywały słaby wzrost, jakość i niską przeżywalność, przy czym wyraźnie gorsze wyniki stwierdzono w warunkach wyższego ocienienia, zarówno górnego jak i bocznego. Wydaje się, że świadczy to o roli suszy letniej i stresu wilgotnościowego w rozwoju samosiewów sosny. Przy nałożeniu się dwóch czynników ograniczających wzrost (ocienienie i susza), zwłaszcza na stosunkowo słabych siedliskach borowych, sosna reaguje negatywnie już w pierwszych latach swego rozwoju.

Poza niekorzystnym oddziaływaniem warunków pogodowych na stan nalotów sosny, należy także liczyć się z niebezpieczeństwem ich porażenia przez patogeniczne grzyby np. osutkę sosny (Nadl. Pomorze). Wydaje się, że ten czynnik może w przyszłości odgrywać coraz większą rolę w związku ze zmianami zachodzącymi w naszym klimacie. Ocieplenie, zwłaszcza łagodne i bezśnieżne zimy, stwarzają lepsze warunki dla rozwoju grzybów i szkodliwych owadów. Może to powodować częściej niż dotychczas masowe pojawianie się tych organizmów. W ten pośredni sposób ocieplenie klimatu może obniżyć zdolność konkurencyjną sosny i przysporzyć trudności w jej naturalnym odnawianiu się.

Przeżywalność siewek, ich wzrost i jakość pozostawała w wyraźnym związku z warunkami siedliskowymi powierzchni. Na powierzchni o bardziej zasobnej i wilgotnej glebie, lecz nie ulegającej zachwaszczeniu (Nadl. Płaska), wszystkie rozpatrywane parametry siewek przedstawiały się korzystniej niż na ubogim i suchym siedlisku (Nadl. Augustów).

W ostatnim roku badań stwierdzono, że na jednej z powierzchni naloty sosny były uszkodzone (zgryzane) przez zwierzynę. Planując zatem odnowienie natu-

ralne sosny w warunkach nadmiaru zwierzyny płowej należy podjąć działania mające na celu wyeliminowanie lub ograniczenie rozmiaru tych szkód.

Zasadniczo negatywny wynik niniejszego doświadczenia nie świadczy bynajmniej, że w Puszczy Augustowskiej samosiewne odnowienie sosny jest skazane na niepowodzenie. Wskazuje jednak, że przy tym sposobie odnowienia należy się liczyć z nie zawsze przewidywalnymi i kontrolowanymi czynnikami środowiska (pogoda, infekcje chorób i szkodników), które mogą znacząco wpłynąć na końcowy efekt, a nawet skazać na całkowite niepowodzenie. Zjawiska te w przyszłości mogą niestety powtarzać się coraz częściej z uwagi na globalne trendy zachodzące w środowisku przyrodniczym (ocieplenie, eutrofizacja - zwłaszcza nityfikacja siedlisk), które obniżają zdolność konkurencyjną borealnych gatunków iglastych. Zgodnie bowiem z prognozami zasięg świerkowych i sosnowych lasów borealnych ulegnie w przyszłości przesunięciu na północ (OBREŃSKA-STARKEL, 1993). Decyzja o podjęciu odnawiania sosny sposobem naturalnym musi więc uwzględniać także i te aspekty.

7. WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają na sformułowanie następujących wniosków i zaleceń hodowlanych:

1. Niskie zagęszczenie siewek sosny, ich słaba przeżywalność, wzrost i jakość na badanych powierzchniach w dużym stopniu wynikają ze skrajnie niekorzystnych warunków pogodowych w latach 1992-1994. Wysoka śmiertelność siewek spowodowana była także porażeniem przez osutkę sosny i dużym zachwaszczeniem.

2. Korzystne warunki do samodzielnego odnawiania sosny występują na siedlisku boru świeżego przy słabo wykształconej pokrywie runa leśnego to jest ściółkowej lub brusznicowo-mszystej. W warunkach dużego deficytu opadów lepsze wyniki uzyskano na siedlisku żyzniejszym (BMśw) o pokrywie mszysto-czernicowej. Nieodpowiednie są natomiast siedliska, na których występują, choćby początkowo w niewielkiej ilości, gatunki szybko opanowujące teren, np. trzcinnik leśny lub piaskowy, malina, jeżyna.

3. Sposób przygotowania gleby, nasilenie cięć obsiewnych oraz boczna osłona drzewostanu istotnie wpływa na zagęszczenie i rozwój nalotów sosny.

4. Warunkiem powstania gęstych, pełnowartościowych nalotów sosny jest mechaniczne odśnieżenie gleby mineralnej. Przygotowanie gleby poprzez wyorywanie brzd pługiem dwuodkładnicowym stwarza na ogół dobre warunki do kiełkowania nasion, podczas gdy bronowanie zapewnia wyższą przeżywalność oraz lepszy wzrost i jakość siewek.

5. W świetle uzyskanych wyników zaleca się skaryfikację gleby broną talerzową. Warunkiem powodzenia tego sposobu uprawy jest kilkakrotne wykonanie tego zabiegu, tak by uzyskać dobre wymieszanie gleby. Zabieg należy wykonać możliwie wcześniej: pod koniec lata lub na początku jesieni roku poprzedzającego obsiew.

6. Wyższe zagęszczenie siewek uzyskano w drzewostanie o większym zadrzewieniu (0,7), natomiast ich rozwój przebiegał korzystniej w drzewostanie o zadrzewieniu mniejszym (0,3). Stwierdzono także pozytywny wpływ drzewostanu leżącego w sąsiedztwie powierzchni – poza strefą cięć – na obsiew nasion i zagęszczenie odnowień, negatywny zaś – na ich wzrost i rozwój. W związku z tym cięć obsiewne, wykonywane tylko w roku poprzedzającym obfity obsiew nasion, powinno doprowadzić do redukcji zadrzewienia drzewostanu do poziomu 0,4-0,5 (w dobrym roku nasiennym zapewni to wystarczającą ilość nasion do obsiewu). W przypadku odnowienia w drzewostanie mieszanym świerkowo-sosnowym należy usunąć świerka także w strefie o szerokości ok. 20 m, przylegającej do odnawianej powierzchni od strony południowej lub południowo-zachodniej.

7. Z powodu silnej negatywnej reakcji nalotów sosny na ocienienie już w pierwszych latach życia (zwłaszcza w sytuacji stresu wodnego) należy stosować krótki okres odnowienia (maksymalnie do 5 lat).

8. Zarejestrowane uszkodzenia nalotów sosny ze strony zwierzyny płowej wskazują, że w uzasadnionych sytuacjach może zachodzić potrzeba zabezpieczania powierzchni odnowieniowej poprzez grodzenie.

Praca została przyjęta przez Komitet Redakcyjny 20 stycznia 1997 r.

THE INFLUENCE OF FELLING INTENSITY AND SOIL PREPARATION METHOD ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF NATURAL PINE REPRODUCTION IN THE PUSZCZA AUGUSTOWSKA FOREST

Summary

Understorey regeneration of pine using partial cuttings (type II a) of differing intensities (measured using degree of crop density) and soil preparation methods (ploughing furrows with forest plough and scarification with disk harrow) was initiated. Three experimental plots were established in mature pine stands found in ideal (fresh coniferous forest) and mixed coniferous forest sites of the Puszcza Augustowska Forest (N-E Poland). Density, survival, growth and quality of seedlings in relation to overstorey conditions and soil preparation method was measured.

Results show that favourable conditions for natural pine regeneration exist on ideal coniferous sites when ground vegetation is poorly developed and water is deficient.

Non-favourable conditions are those with quickly growing species such as reedgrass, raspberry, blackberry. They eliminate pine seedlings after only one season.

Therefore scarification of the soil is required in order to increase pine regeneration. Preparation of soil through ploughing creates good conditions for seed germination while harrowing increases seedling survival, quality and growth.

Higher density of seedlings was obtained in the stands with higher degree of crop density (0.7), however development of seedlings was better in the stand with lower degree of crop density (0.3). The influence of stands growing in the vicinity of observation plots (outside of the treatment zone) was positive in respect of natural seeding and density of regeneration but negative with regard to their growth mainly and development due to shade.

Pine seedlings showed negative reactions to shade when growing under water stress conditions (summer drought) even in the first year (e.g. weakened growth and lower quality). Infection of one-year-old pine seedlings with pine needlecast fungus (*Lophodermium* spp.) resulted in high mortality.

(transl. T. O.)

PIŚMIENNICTWO

- ANDRZEJCZYK T., ŻYBURA H. 1981: Celowość wykorzystania starszych podrostów sosnowych. Las Pol., 11: 8-9.
- BARZDAJN W., DROGOSZEWSKI B., ZIENTARSKI J. 1992: Wzrost podrostów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) pod drzewostanami mącznymi w Nadleśnictwie Gubin. PTPN, Pr. Kom. Nauk Rol. Leś. 74: 17-27
- BERNADZKI E. 1981: Naturalne odnawianie drzewostanów sosnowych. Las Pol. 55 (1): 9-11.
- BERNADZKI E., TARASIUŁ S. 1990: Dość monokultur sosnowych. Las Pol., 21: 8-9.
- HEINSDORF M. 1994: Uwagi dotyczące naturalnego odnowienia sosny. Las Pol., 68 (24): 8-9.
- MIERZEJEWSKI W. 1966: Badania odnowienia naturalnego sosny. Dok. nauk. IBL. Maszyn.
- MIERZEJEWSKI W. 1975: Badania nad uzyskaniem i wykorzystaniem odnowień naturalnych sosny i dębu. Dok. nauk. Inst. Bad. Leśn. Maszyn.
- MIKLASZEWSKI J. 1928: Lasy i leśnictwo w Polsce. T. 1. Nakładem Zw. Zaw. Leśników Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa.
- NOWAKOWSKI A., TRZĄSKI S. 1966: Odnowienie naturalne sosny w regionie Puszczy Solskiej. Las Pol., 40 (10): 10-12.
- OBREBSKA-STARKŁOWA B. 1993: Efekt cieplarniany a zmiany klimatu. Kosmos, 42 (1): 65-78.
- PEŘINA V. 1971: Vliv přípravy půdy na přirozenou obnovu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Lesnictvi 6: 563-590.
- Sokołowski A.W. 1980: Zbiorowiska leśne północno-wschodniej Polski. Monographiae Botanicae Vol.LX.
- SZUNKE Z., BARSZCZEWSKI M. 1973: Odnowienie naturalne sosny w Puszczy Solskiej. Sylwan 117 (5): 63-72.
- TARASIUŁ S. 1994: Experimental Regeneration of *Pinus sylvestris* under Shelterwood in Central Poland. Folia For. Pol., Ser. A – Forestry, 36: 103-110.
- TARASIUŁ S., ZWIENIECKI M. 1990: Social-structure dynamics in uneven-aged Scots pine (*Pinus sylvestris*) regeneration under canopy at the Kaliszki reserve, Kampinoski National Park (Poland). For. Ecol. Manage., 35: 277-289.
- TOMCZYK S. 1993: Odnowienie naturalne. Sosna. Seria: Biblioteczka leśniczego, z. 29

- TWARÓG J., ANDRZEJCZYK T. 1993: Badania warunków powstawania odnowień naturalnych, zwłaszcza gatunków liściastych, ich rozwoju i przydatności hodowlanej w zrębowych drzewostanach iglastych regionu północno-wschodniego. Dok. Inst. Bad. Leśn. Maszyn.
- TYSZKIEWICZ S. 1949: Nasiennictwo leśne. Prace Inst. Bad. Leśn., ser. D, 2: 360
- ZAJĄCZKOWSKI J. 1994: Warunki występowania odnowień podokapowych drzew głównych gatunków lasotwórczych w Polsce. W: Badania rozwoju drzewostanów naturalnych i zagospodarowanych (red. E. Bernadzki). Dok. bad. Kat. Hodowli Lasu SGGW (Maszyn.) 55-93.
- ZWIENIECKI M., TARASIUK S. 1993: Five year vitality changes in an old-growth Scots pine (*Pinus sylvestris*) forest with a mixed and uneven-aged understorey. For. Ecol. Manage., 58: 273-286.