

WPLYW METOD PRZYGOTOWANIA GLEBY ORAZ SPOSOBÓW UTYLIZACJI POZOSTAŁOŚCI ZRĘBOWYCH NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ WIELKOŚCI BIOMASY FRAKCJI NADZIEMNEJ SADZONEK 3-LETNIEJ UPRAWY SOSNOWEJ

Jakub Jakubowski, Roman Gornowicz

Poznań University of Life Sciences

Streszczenie. W badaniach podjęto próbę ustalenia wpływu metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na kształtowanie się wielkości biomasy części nadziemnej sadzonek 3-letniej uprawy sosnowej, pochodzącej z odnowienia sztucznego. Przeprowadzone analizy statystyczne wyników dowiodły, że istnieje silny wpływ metod przygotowania gleby na wielkość biomasy. W przypadku sposobów utylizacji pozostałości zrębowych różnice pomiędzy wartościami biomasy części nadziemnej sadzonek na poletkach doświadczalnych okazały się statystycznie nieistotne. Na badany czynnik nie miała także istotnego wpływu interakcja metod przygotowania gleby i sposobów utylizacji pozostałości zrębowych. Największe wartości biomasy części nadziemnej odnotowano na powierzchniach, gdzie zastosowano orkę pługiem LPZ-75 oraz naoranie wałków, niezależnie od sposobu utylizacji pozostałości zrębowych. Z kolei na działkach, gdzie glebę spulchniono frezem leśnym stwierdzono najmniejsze wartości biomasy we wszystkich sposobach utylizacji pozostałości zrębowych.

Słowa kluczowe: biomasa części nadziemnej, przygotowanie gleby, pozostałości zrębowe

WSTĘP

Dominująca pozycja sosny zwyczajnej w polskich lasach (*Pinus sylvestris* L.) oraz przeważający udział powierzchni z jej sztucznymi odnowieniami wpływają na powstawanie coraz większej liczby doświadczeń mających na celu znalezienie optymalnych warunków wzrostu i rozwoju tego gatunku. Decydującymi czynnikami wpływającymi na strukturę biomasy drzewostanu są klimat i gleba, które determinują jakość siedliska [Ebiś 2001]. Dlatego tak ważnym czynnikiem warunkującym prawidłowy rozwój drzewostanu, zwłaszcza w fazie uprawy, okazuje się odpowiednie przygotowanie terenu pod odnowienie.

Podczas prac przygotowawczych terenu przeznaczonego do odnowienia należy zwrócić uwagę na dwa sposoby zagospodarowania powierzchni zrębowej: przygotowanie gleby oraz utylizację pozostałości zrębowych [Zarządzenie... 1999].

Wybierając metodę przygotowania gleby, traktujemy każdą powierzchnię indywidualnie. Należy wziąć pod uwagę następujące czynniki: ukształtowanie terenu, rodzaj gleby, sposób odnowienia, warunki wilgotnościowe oraz stopień zachwaszczenia [Puchniarski 2008]. Poprzez pojęcie przygotowania gleby trzeba rozumieć zespół czynności zmierzających do oczyszczenia i spulchnienia powierzchni oraz przemieszania warstwy próchnicznej z mineralną. Odsłonięcie gleby mineralnej ma na celu przyjęcie nasion z samosiewu lub wykonanego siewu i sadzenia [Kocjan 2008]. Zakres pojęcia utylizacji pozostałości obejmuje wszelkie działania, które dążą do odnowienia powierzchni zrębowej z zastosowaniem sprzętu bardziej zaawansowanego niż ręczny. Planując opisane zabiegi, należy uwzględnić warunki drzewostanowe i terenowe [Suwała 2005]. Badania naukowe potwierdzają, że usunięcie całej biomasy drzew (łącznie z drobnymi gałęziami oraz igliwem) z powierzchni zrębowej powoduje zredukowanie prawie o połowę pierwiastków biogenych występujących w glebie [Gornowicz 2005]. Jak podaje Gornowicz [2004], igliwie oraz gałęzie pozostawione na zrębie, w całości lub rozdrobnione, już po niespełna roku od ich utylizacji spowalniają proces wymywania pierwiastków z gleby. Tamminen i Saarsalmi [2013] dowiedli, że usunięcie całych drzew wraz z korzeniami z powierzchni zrębowej nie oddziałuje negatywnie na wzrost młodych sosen w okresie 10 lat od momentu posadzenia uprawy.

Najefektywniejszy sposób zagospodarowania pozostałości zrębowych powinien się charakteryzować wydłużonym procesem mineralizacji, co pozwoli na systematyczne uwalnianie się zgromadzonych związków mineralnych w fazie zarówno założenia, jak i wzrostu uprawy [Marciniak 2005a]. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że po pozostawieniu rozdrobnionych resztek na powierzchni związki odżywcze ulegają wyczerpaniu znacznie później, niż w glebach wymieszanych z pozostałościami zrębowymi [Gornowicz 2005]. Murat [2005] twierdzi, że uprzątnięcie resztek zrębowych jest uzasadnione tylko w celu ochrony lasu. Natomiast uwzględniając aspekt hodowlany, pozostawienie pozostałości zrębowych jest wskazane, a nawet konieczne w siedliskach najsłabszych.

Wybrana metoda utylizacji pozostałości zrębowych powinna być połączona z odpowiednim sposobem przygotowania gleby tak, aby zastosowane zabiegi uprawowe nie powodowały dewastacji ekosystemu leśnego, a zwłaszcza degradacji biologicznych elementów środowiska glebowego [Marciniak 2005b].

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wybranych metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na biomasa części nadziemnej 3-letniej uprawy sosnowej.

MATERIAŁ I METODY

Pomiary przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Bierzwnik w Leśnictwie Chojnowo (obręb Wygon) na powierzchni badawczej zlokalizowanej w oddziale 84, pododdziale g. Przed założeniem powierzchni doświadczalnej wykonano zrąb zupełny (rębnia zupełna pasowa – Ib) 100-letniego drzewostanu sosnowego II klasy bonitacji na siedlisku boru świeżego (Bśw). Następnie wyznaczono powierzchnię badawczą w kształcie

prostokąta o wymiarach 60×180 m, o wielkości 1,08 ha. Obszar ten podzielono na 27 poletek o wymiarach 20×20 m. Działki pogrupowano w trzy bloki, będące powtórzeniami wykonywanych pomiarów – każdy po dziewięć działek. Wszystkie bloki podzielono na trzy pasy o wymiarach 60×20 m, w skład każdego wchodziły trzy działki. Na poszczególnych pasach biegnących w poprzek bloków zastosowano jeden z wymienionych sposobów utylizacji pozostałości zrębowych (kolejność pasów została ustalona w sposób losowy):

- uprzątnięcie odpadów (zebranie i wyniesienie ich poza obszar działki)
- pozostawienie cienkich gałęzi i pozyskanie grubych
- rozdrobnienie wszystkich gałęzi.

Aby zweryfikować wpływ metod przygotowania gleby na biomasę 3-letnich sosen na uprawie, opisane wyżej bloki podzielono na trzy pasy biegnące wzdłuż całej powierzchni badawczej, prostopadłe do dłuższego boku. Każdy z nich charakteryzował się jedną z następujących metod przygotowania gleby:

- naoranie wałków
- spulchnienie gleby frezem leśnym
- orka pługiem LPZ-75.

Na rysunku 1 pokazano ostateczne rozmieszczenie poletek na powierzchni badawczej, z których pobrano materiał próbny do analizy.

	<u>BLOK I</u>			<u>BLOK II</u>			<u>BLOK III</u>			
A	A1	A2	A3	A3	A1	A2	A2	A3	A1	20 m
B	B1	B2	B3	B3	B1	B2	B2	B3	B1	20 m
C	C1	C2	C3	C3	C1	C2	C2	C3	C1	20 m
	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	20 m	

Rys. 1. Schemat rozmieszczenia działek na powierzchni badawczej. Sposoby utylizacji pozostałości zrębowych: 1 – uprzątnięcie odpadów, 2 – pozostawienie cienkich gałęzi i pozyskanie grubych, 3 – rozdrobnienie wszystkich gałęzi. Metody przygotowania gleby: A – naoranie wałków, B – spulchnienie gleby z użyciem frezu leśnego, C – orka pługiem LPZ-75

Fig. 1. The layout of sample plots on research area. Methods of cutting residues management: 1 – complete removal, 2 – leaving twigs and removing thicker branches, 3 – comminution of all residues. Methods of soil preparation: A – ploughing ridges, B – scarifying with rotary tiller, C – ploughing with LPZ-75 plough

Przy odnowieniu powierzchni zastosowano następującą więźbę:

- 1,7 × 0,65 m → naoranie wałków
- 1,2 × 0,65 m → spulchnienie gleby frezem leśnym
- 1,5 × 0,60 m → orka pługiem LPZ-75

W celu określenia biomasy frakcji nadziemnej drzew próbnych wybrano losowo dziesięć sadzonek z każdej działki, a następnie je wykopano (łącznie 270). Część nadziemną sadzonki podzielono na dwie frakcje: gałęzie okółkowe łącznie z pędami oraz igliwie. Wydzielone frakcje zważono z dokładnością do 0,1 g.

W dalszej kolejności przeprowadzono analizę statystyczną biomasy części nadziemnej 3-letnich sadzonek sosnowych w zależności od metody przygotowania gleby oraz sposobu utylizacji pozostałości zrębowych. Opracowana charakterystyka statystyczna obejmowała następujące elementy:

- liczebność (N)
- zakres zmienności (min – max)
- obliczenie wartości średniej arytmetycznej
- odchylenie standardowe
- określenie współczynnika zmienności ($V\%$).

Kolejnym etapem było wykonanie dwuczynnikowej analizy wariancji, która miała za zadanie ustalić wpływ różnych sposobów zagospodarowania powierzchni pozrębowej do odnowienia na biomasę części nadziemnej. Zbadano wpływ oddzielnie dla metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych, jak również dla efektu połączenia tych dwóch czynników. Przyjęto następujący stopień istotności statystycznej: $\alpha = 0,05$. Hipoteza zerowa zakładała brak wpływu metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na biomasę trzyletniej uprawy sosnowej.

Jeżeli dwuczynnikowa analiza wariancji wykazała wpływ statystycznie istotny ($p < \alpha = 0,05$), przeprowadzano test Duncana, który pozwolił na szczegółowe określenie różnic między rozpatrywanymi grupami.

WYNIKI I DYSKUSJA

Biomasa części nadziemnej według drzew próbnych

W tabeli 1 zaprezentowano podstawowe wyniki charakterystyki statystycznej określającej biomasę całej frakcji nadziemnej drzew próbnych uprawy sosnowej. Wartość średniej arytmetycznej wyniosła od 65,4 g przy zdarcu pasów frezem leśnym i pozostawieniu cienkich gałęzi (2B) do 224,8 g przy orce pługiem LPZ-75 i rozdrobieniu gałęzi (3C). Rozpatrując współczynniki zmienności, stwierdzono, że stosunkowo najmniejsze zróżnicowanie biomasy frakcji nadziemnej wykazano na poletkach, gdzie zastosowano orkę pługiem LPZ-75 oraz rozdrobnienie gałęzi (3C – 44,58%). Największa zmienność charakteryzowała powierzchnię, na której zdarto pasy frezem leśnym i uprzętnięto odpady (1B – 76,98%).

Analiza wariancji wpływu metod przygotowania gleby i sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na biomasę frakcji nadziemnej drzew próbnych 3-letniej uprawy sosnowej wykazała statystycznie istotne różnice w przypadku czynnika przygotowania gleby. Wartość p analizy wariancji mieści się poniżej przyjętego poziomu istotności ($p = 0,000045$). Błąd twierdzenia o wpływie wariantów utylizacji pozostałości zrębowych wynosi 8,55%. Na biomasę części nadziemnej nie miała również wpływu interakcja

Tabela 1. Charakterystyka statystyczna biomasy frakcji nadziemnej drzew próbnych 3-letniej uprawy sosnowej w zależności od sposobu przygotowania powierzchni zrębowej
 Table 1. Statistical characteristic of aboveground biomass of sample trees on 3-year-old Scots pine cultivation depending on soil preparation method

Wariant Variant	Liczba sadzonek Number of trees <i>N</i>	Średnia Mean g	MIN Minimum	MAX Maximum	Odchylenie standardowe Standard deviation	<i>I</i> %
1A	30	158,6	38,6	500,4	97,6	61,52
1B	30	86,6	18,5	315,9	66,6	76,98
1C	30	188,9	45,4	468,9	119,5	63,25
2A	30	173,9	43,4	390,7	83,7	48,16
2B	30	65,4	20,2	274,4	50,3	76,87
2C	30	164,9	15,2	495,5	125,6	76,14
3A	30	221,0	56,2	434,9	112,3	50,83
3B	30	95,7	21,6	227,4	50,8	53,12
3C	30	224,8	75,9	477,4	100,2	44,58

metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych ($p = 0,818695$). Uzyskane wyniki potwierdzają badania Gornowicza i in. [2007], które mówią o istotnym wpływie metod przygotowania gleby na wysokość pięcioletniej uprawy sosnowej. Warto zauważyć, że Kocjan [2008] również dowiódł, iż odpowiednio dobrany zabieg przygotowania gleby jest podstawowym warunkiem powodzenia udatności zalesień i odnowień.

Aby określić, które wartości średnich różnią się między sobą, przeprowadzono test Duncana (tab. 2). Porównanie wartości średnich biomasy frakcji nadziemnej drzew próbnych testem Duncana wykryło istnienie czterech grup średnich o następujących przedziałach (szeregując od wartości największych; tab. 3): 158,59 – 224,84 g (grupa I), 95,70 – 173,86 g (grupa III), 86,56 – 164,89 g (grupa II) oraz 65,39 – 95,70 g (grupa IV). Wyodrębniono dwie grupy wartości średnich (I i IV), pomiędzy którymi występują różnice statystycznie istotne. W grupie I znalazły się warianty, w których glebę przygotowano poprzez naoranie wałków i orkę pługiem LPZ-75 (we wszystkich trzech sposobach utylizacji pozostałości zrębowych). Wymienione sposoby przygotowania gleby wpływają na uzyskanie wyraźnie większych wartości biomasy w porównaniu z poletkami, gdzie glebę spulchniono frezem leśnym (grupa IV). Najlepsze wyniki biomasy frakcji nadziemnej drzew próbnych uzyskano po zastosowaniu orki pługiem LPZ-75 i pozostawieniu gałęzi cienkich oraz pozyskaniu grubych (wariant 3C). Najniższe wyniki biomasy części nadziemnej otrzymano w wariantach 2B – spulchnienie gleby frezem leśnym oraz pozostawienie cienkich gałęzi i pozyskanie grubych. Gornowicz i in. [2007] dowiedli, że najkorzystniejszym sposobem przygotowania gleby pod względem wysokości uprawy sosnowej okazało się wyoranie bruzd pługiem LPZ-75 (140 cm).

Tabela 2. Wyniki testu Duncana wpływu sposobu przygotowania powierzchni zrębowej na biomasę frakcji nadziemnej drzew próbnych 3-letniej uprawy sosnowej

Table 2. Results of Duncan test of influence of soil preparation method on aboveground biomass of 3-year-old Scots pine saplings

Numer podklasy Number of subclass	Test Duncana; zmienna – masa części nadziemnej Grupy jednorodne, alfa = 0,05000 Błąd: MS międzygrupowe = 1846,0, <i>df</i> = 18,000 Duncan test; variable – aboveground mass Homogenous groups, alfa = 0.05000 Error: intergroup MS = 1840, <i>df</i> = 18.000						
	utilizacja utilization	przygotowanie gleby soil preparation	masa części nadziemnej aboveground mass g	I	II	III	IV
5	2 – pozostawienie leaving	B – frez leśny rotary tiller	65,39				****
2	1 – uprzątnięcie removal	B – frez leśny rotary tiller	86,56		****		****
8	3 – rozdrobnienie comminution	B – frez leśny rotary tiller	95,70		****	****	****
1	1 – uprzątnięcie removal	A – wałki ridges	158,59	****	****	****	
6	2 – pozostawienie leaving	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	164,89	****	****	****	
4	2 – pozostawienie leaving	A – wałki ridges	173,86	****		****	
3	1 – uprzątnięcie removal	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	188,94	****			
7	3 – rozdrobnienie comminution	A – wałki ridges	220,98	****			
9	3 – rozdrobnienie comminution	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	224,84	****			

Biomasa części nadziemnej w przeliczeniu na 1 ha

W tabeli 3 przedstawiono statystyczną interpretację danych określających biomasę całej frakcji nadziemnej 3-letnich sosien na uprawie w zależności od sposobu zagospodarowania powierzchni zrębowej. Wartość średnia w przeliczeniu na 1 ha wyniosła od 317,8 kg w wariacie spulchnienie gleby frezem leśnym i pozostawienie cienkich gałęzi (2B) do 1586,6 kg w wariacie orka pługiem LPZ-75 i rozdrobnienie gałęzi (3C). Wariant 3C charakteryzuje się również najmniejszą zmiennością. Natomiast największy współczynnik zmienności odnotowano po zderciu pasów frezem leśnym i pozostawieniu gałęzi cienkich (2B – 72,60%). Badania naukowe wykazały, że wariant rozdrabniania i pozostawiania pozostałości zrębowych znacznie poprawia żyzność gleby i opóźnia emisję węgla z gleby w porównaniu z innymi metodami [Suwała 2005]. Z kolei Berft [2004] dowiódł, że uprzątnięcie pozostałości zrębowych narąza glebę pozbawioną gałązek i igliwia na szybką utratę wilgoci w wyniku parowania oraz niekorzystny wpływ osuszających wiatrów i promieni słonecznych.

Tabela 3. Charakterystyka statystyczna biomasy frakcji nadziemnej 3-letnich sosen w zależności od sposobu przygotowania powierzchni zrębowej w przeliczeniu na 1 ha
 Table 3. Statistical characteristic of aboveground biomass of 3-year-old Scots pine saplings depending on soil preparation method per 1 ha

Wariant Variant	Średnia Mean kg/ha	MIN Minimum	MAX Maximum	Odchylenie standardowe Standard deviation	V%
1A	349,1	149,0	557,0	204,1	58,48
1B	385,4	117,4	577,8	239,4	62,10
1C	1 367,9	940,6	2 026,2	578,5	42,29
2A	351,7	212,7	456,1	125,4	35,65
2B	317,8	156,1	582,0	230,7	72,60
2C	1 281,8	560,7	1 675,6	625,4	48,79
3A	397,1	208,1	570,4	181,7	45,75
3B	447,2	153,1	768,2	308,5	68,98
3C	1 586,6	1 392,2	1 689,0	168,4	10,62

W wyniku analizy wariancji stwierdzono występowanie istotnych zależności pomiędzy wybranymi metodami przygotowania gleby a biomasa frakcji nadziemnej 3-letnich sosen w przeliczeniu na 1 ha ($p = 0,000003$). Rozpatrując różne warianty utylizacji pozostałości zrębowych, uzyskano wartość p kształtującą się powyżej progu istotności $\alpha = 0,05$ ($p = 0,606002$). Interakcja wariantów utylizacji i przygotowania gleby również nie wpłynęła na biomasa części nadziemnej drzew na uprawie ($p = 0,972393$). W dalszej kolejności przeprowadzono test Duncana, za pomocą którego stwierdzono wartości średnie biomasy wykazujące różnice statystycznie istotne.

Analiza wielokrotnych porównań wartości średnich jednoznacznie wykazała istnienie dwóch grup jednorodnych różniących się biomasa frakcji nadziemnej 3-letnich sosen w przeliczeniu na 1 ha (tab. 4).

Przeprowadzone pomiary wykazały, że największe wartości biomasy frakcji nadziemnej 3-letnich sosen zanotowano na działkach, gdzie przygotowano glebę pługiem LPZ-75 we wszystkich sposobach utylizacji pozostałości zrębowych (3C, 1C, 2C). Warianty te utworzyły grupę nr II. Największą wartość uzyskano w wariantcie 3C, w którym zastosowano orkę pługiem LPZ-75 i rozdrobniono pozostałości zrębowe: 1586,558 kg/ha. Wyraźnie mniejszymi wartościami średnimi biomasy charakteryzowały się działki, gdzie jako metodę przygotowania gleby zastosowano naoranie wałków i frez leśny we wszystkich sposobach utylizacji pozostałości zrębowych (grupa I). Najmniejszą wartość tej grupy reprezentuje wariant 2B: 317,809 kg/ha. Pomiedzy średnimi z grup I i II odnotowano wysoce istotne statystycznie różnice. Największa biomasa frakcji nadziemnej na uprawie (wariant 3C) przewyższała ponad czterokrotnie najmniejszą biomasa części nadziemnej 3-letnich sosen (2B). Dla porównania Kubiak [1998] wykazał, że biomasa z 1 ha drzewostanu sosnowego w wieku rębności waży 155 000 kg, a gałęzie i igliwie stanowią odpowiednio 10,3% i 1,7%, co w przeliczeniu

Tabela 4. Wyniki testu Duncana wpływu sposobu przygotowania powierzchni zrębowej na biomasę frakcji nadziemnej 3-letnich sosen w przeliczeniu na 1 ha
 Table 4. Results of Duncan test of influence of soil preparation method on aboveground biomass of 3-year-old Scots pine saplings per 1 ha

Numer podklasy Number of subclass	użytkowanie utilization	przygotowanie gleby soil preparation	masa części nadziemnej aboveground mass g	Test Duncana; zmienna – masa części nadziemnej Grupy jednorodne, alfa = 0,05000 Błąd: MS międzygrupowe = 1167E8,0, df = 18,000 Duncan test; variable – aboveground mass Homogenous groups, alfa = 0.05000 Error: intergroup MS = 1167E8, df = 18.000	
				I	II
5	2 – pozostawienie leaving	B – frez leśny rotary tiller	317 809	****	
1	1 – uprzątnięcie removal	A – wałki ridges	349 076	****	
4	2 – pozostawienie leaving	A – wałki ridges	351 709	****	
2	1 – uprzątnięcie removal	B – frez leśny rotary tiller	385 414	****	
7	3 – rozdrobnienie comminution	A – wałki ridges	397 122	****	
8	3 – rozdrobnienie comminution	B – frez leśny rotary tiller	447 160	****	
6	2 – pozostawienie leaving	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	1 281 816		****
3	1 – uprzątnięcie removal	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	1 367 869		****
9	3 – rozdrobnienie comminution	C – pług LPZ-75 plough LPZ-75	1 586 558		****

daje 18 600 kg arbomasy z 1 ha lasu. Z kolei Gornowicz [2002] dowiódł, że 85-94% składników mineralnych z ogólnej masy sosny w wieku rębności znajduje się właśnie w igliwiu i drobnicy gałęziowej.

WNIOSKI

Wykazano statystycznie istotny wpływ trzech badanych metod przygotowania gleby (naorania wałków, spulchnienia gleby frezem leśnym oraz orki pługiem LPZ-75) na biomasę części nadziemnej 3-letnich sadzonek sosnowych. Najkorzystniejszym wariantem okazało się połączenie orki pługiem LPZ-75 z rozdrobnieniem pozostałości zrębowych – średnia wartość biomasy części nadziemnej wyniosła 1586,558 kg/ha.

Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy biomasą a rozpatrywanymi sposobami użytkowania pozostałości zrębowych: uprzątnięciem odpadów, pozostawieniem cienkich gałęzi i pozyskaniem grubych oraz rozdrobnieniem wszystkich gałęzi.

Na biomasę frakcji nadziemnej drzew próbnych nie wpłynęła także interakcja metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych.

Pomimo że nie wykazano statystycznie istotnego wpływu sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na biomasę korzeni, stwierdzono nieznacznie większe wartości biomasy przy rozdrobnieniu wszystkich gałęzi, w porównaniu z dwoma pozostałymi wariantami: uprzątnięcia odpadów i pozostawienia cienkich gałęzi.

PIŚMIENNICTWO

- Berft M., 2004. Utylizacja odpadów pozrębowych. Biblioteczka Leśniczego 207. Wyd. Świat Warszawa.
- Ebiś M., 2001. Struktura biomasy sosny zwyczajnej. Wyd. PWN Warszawa.
- Gornowicz R., 2002. Wpływ pozyskiwania biomasy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na wycofywanie pierwiastków biogennych ze środowiska leśnego. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 331.
- Gornowicz R., 2004. Wpływ wybranych sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na środowisko i chemizm gleby. Post. Techn. Leśn. 87.
- Gornowicz R., 2005. Problematyka nowoczesnych technik utylizacji pozostałości zrębowych. Post. Techn. Leśn. 92.
- Gornowicz R., Pilarek Z., Gałązka S., 2007. Height changes of five-year old pine plantation depending on the method of management of cutting residues and way of soil preparation. Acta Sci. Pol., Silv. Coleandr. Rat. Ind. Lignar. 6(3), 25-31.
- Kocjan H., 2008. Prace przygotowawcze do odnowień i zalesień, sposoby i technika sadzenia oraz pielęgnacja upraw. Wyd. AR Poznań.
- Kubiak M., 1998. Transport leśny. Wyd. AR Poznań.
- Marciniak P., 2005a. Utylizacja pozostałości zrębowych jako element proekologicznej gospodarki leśnej. Przegl. Leśn. 5.
- Marciniak P., 2005b. Wpływ przygotowania powierzchni pozrębowej na wzrost uprawy sosnowej. Przegl. Leśn. 9, 7-8.
- Murat E., 2005. Poradnik hodowcy lasu. Wyd. Świat Warszawa.
- Puchniarski T., 2008. Możliwości odnowienia lasu bez przygotowania gleby. Biblioteczka Leśniczego 273. Wyd. Świat Warszawa.
- Suwała M., 2005. Syntetyczna ocena porównawcza wybranych sposobów utylizacji pozostałości pozrębowych. Post. Techn. Leśn. 92.
- Tamminen P., Saarsalmi A., 2013. Effects of whole-tree harvesting on growth of pine and spruce seedlings in southern Finland. Scand. J. For. Res. 28, 6, 559-565. doi: 10.1080/02827581.2013.786124
- Zarządzenie nr 11 A Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 11 maja 1999 r. w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na zasadach ekologicznych. Biul. LP 78(6).

EFFECTS OF DIFFERENT METHODS OF SOIL PREPARATION AND UTILIZATION OF LOGGING RESIDUES ON THE ABOVEGROUND BIOMASS OF 3-YEAR-OLD PINE SEEDLINGS

Abstract. The objective of the investigations was to determine the effects of different methods of soil preparation and utilization of logging residues on the aboveground biomass of pine seedlings in a three year old artificially established culture. The statistical analyses showed a strong influence of the soil preparation methods on the biomass. The ways in which the logging residues were utilized on different sample plots did not significantly affect the biomass. The interaction between different methods of soil preparation and utilization of logging residues did not prove significant, either. The highest biomass values were found on plots where elevated rows had been established with a plow and where the soil had been prepared by plowing with a PLZ-75 plow, regardless of the way the logging residues were utilized. The lowest biomass values were found on all plots where the soil had been handled with a forest soil cutter, regardless of the logging residue utilization method.

Key words: aboveground biomass, soil preparation, utilization of logging residues

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 28.11.2014

For citation – Do cytowania: Jakubowski J., Gornowicz R., 2014. Wpływ metod przygotowania gleby oraz sposobów utylizacji pozostałości zrębowych na kształtowanie się wielkości biomasy frakcji nadziemnej sadzonek 3-letniej uprawy sosnowej. *Acta Sci. Pol., Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 13(4), 5-14.