

JAN CEITEL, WŁADYSŁAW BARZDAJN, JACEK ZIENTARSKI

## Wpływ przygotowania gleby po pożarze lasu na przeżywalność i wzrost wybranych gatunków drzew\*

The influence of the soil preparation after the forest fire on the survival and growth of the selected tree species

### ABSTRACT

This paper refers to the investigation of the influence of the soil preparation methods and selection of the forest tree species for the forest regeneration on the surface after the forest fire and in case of the poor coniferous forest site types. Results come from the experiment established in 1994 in Notecka Forest according to the split-plots method. Five soil preparation methods were tested (furrows, furrows with subsoiler, subsoiler, full shallow ploughing and control) and six forest tree species (Scots pine, European larch, gray alder, silver birch, pedunculate oak, red oak). On the base of the analysis of variance the height growth and survival of the tested species during 6 year period were evaluated.

### KEY WORDS

forest fire, artificial regeneration, soil preparation, survival, growth

### Wstęp

Wielkopowierzchniowe pożary lasu, które wystąpiły w Polsce w 1992 roku, spowodowały powstanie różnorodnych problemów związanych z jego odbudową na powierzchniach popożarowych. Całkowite zniszczenie konkurencyjnej roślinności zielonej wraz z jednoczesną gwałtowną mineralizacją substancji organicznej przez pożar oraz klimat wielkiej powierzchni otwartej stworzyły zupełnie nowe warunki do odnowienia lasu. Należało rozstrzygnąć m.in. takie zagadnienia związane z zagospodarowaniem pożarzysk jak: sposób porządkowania powierzchni, przygotowanie gleby, dobór gatunków do odnowienia, wykorzystanie naturalnej sukcesji. Problemy te były impulsem do podjęcia badań mających dać odpowiedź na niektóre z nich.

\*) Artykuł powstał na podstawie referatu wygłoszonego na konferencji „Puszcza Notecka, Człowiek – Las – Drewno”, która odbyła się w dniach 16-18 października 2002 r. na terenie Puszczy Noteckiej.

#### JAN CEITEL

Katedra Hodowli Lasu, Wydział Leśny  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 69  
60-625 Poznań  
jceitel@owl.au.poznan.pl

Badania realizowano w latach 1993-1997 w ramach problemu BPL-673 „Zmiany i odbudowa ekosystemu leśnego na powierzchniach popożarowych”, a następnie w 1999 roku BLP-915 „Opracowanie metod odbudowy lasu na ubogich siedliskach powierzchni popożarowych” zleconych przez DGLP w Warszawie, koordynowanych przez IBL w Warszawie

#### WŁADYSŁAW BARZDAJN

Katedra Hodowli Lasu, Wydział Leśny  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 69  
60-625 Poznań  
barzdajn@owl.au.poznan.pl

#### JACEK ZIENTARSKI

Katedra Hodowli Lasu, Wydział Leśny  
Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego  
ul. Wojska Polskiego 69  
60-625 Poznań  
jazient@owl.au.poznan.pl

Podstawowym celem badań było określenie jakie sposoby przygotowania gleby są najkorzystniejsze dla przeżywalności (udatności) i wzrostu wybranych gatunków drzew przy odnowieniu powierzchni popożarowych w warunkach ubogich siedlisk borowych Puszczy Noteckiej. Pośrednio badania dają także odpowiedź na pytanie: Jakie gatunki można wprowadzać na ubogie i zdegradowane siedliska Puszczy?

## Materiał i metoda badań

Badania prowadzono na ogromnym obszarze (5267,73 ha) [Tomczyk 1997] w Nadleśnictwie Potrzebowice po pożarze 10 sierpnia 1992 roku. Pożarzysko to znajduje się w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, Dzielnicy Kotliny Gorzowskiej, Mezoregion Puszczy Noteckiej [Trampler i in. 1990]. Pod względem geobotaniczym położone jest ono według Szafera i Pawłowskiego [Szafer 1972] w Pasie Wielkich Dolin, Krainie Wielkopolsko-Kujawskiej i Okręgu Noteckim.

Klimat tego terenu charakteryzuje się przeciętną temperaturą roczną nieco powyżej 8°C oraz niewielką i zmienną w latach sumą opadów, od 390 do 672 mm rocznie, a średnio około 318 mm w okresie wegetacyjnym [Kocjan 1994, Tomczyk 1997].

Powierzchnię doświadczalną założono w oddziale 114 d, na obszarze po spalonym 55-letnim drzewostanie sosnowym III,5 bonitacji, na przeciętnym dla Puszczy Noteckiej siedlisku boru świeżego. Gleba na powierzchni doświadczalnej jest rdzawa i została wytworzona z piasków luźnych.

Doświadczenie założono w układzie pojedynczo rozszczepionych jednostek eksperymentalnych (split-plots). Zastosowano pięć sposobów przygotowania gleby:

- wyoranie bruzd pługiem LPZ-75 w odstępie 1,5 m,
- wyoranie bruzd pługiem LPZ-75 co 1,5 m wraz pogłębieniem ich dna pogłębiaczem do głębokości 35-40 cm,
- spulchnienie gleby samym pogłębiaczem na głębokość 35-40 cm w odstępie 1,5 m,
- pełne płytkie (do 30 cm) przygotowanie gleby pługiem talerzowym,
- obiekt kontrolny – bez przygotowania gleby.

Wybrane sposoby przygotowania gleby należą zarówno do tradycyjnie stosowanych – wyoranie bruzd samym pługiem lub z zastosowaniem pogłębiacza, ze względu na wykształcanie związłego poziomu B, jak zmodyfikowanych – ograniczonych do stosowania samego pogłębiacza lub wymieszanie popiołu z glebą mineralną (pełna płytka orka), ze względu na spalenie wierzchniej warstwy gleby. Obiekt bez przygotowania gleby ma tu poza kontrolą dodatkowe znaczenie, polegające na sprawdzeniu czy przy gwałtownym zniszczeniu roślinności zielnej i warstwy próchnicznej można przygotowanie gleby ograniczyć do czynności związanych z samym sadzeniem. Przed przygotowaniem gleby resztki zrębowe (chrust i gałęzie) zostały zepchnięte na wały i rozdrobnione za pomocą urządzenia „Sepi”.

Do testowania gatunków wybrano: sosnę zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.), modrzew europejski (*Larix europaea* Mill.), brzozę brodawkowatą (*Betula pendula* Roth.), dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.), dąb czerwony (*Quercus rubra* L.) i olszę szarą (*Alnus incana* Moench). Zgodnie z warunkami siedliskowymi planowano użyć w doświadczeniu sadzonek dębu bezszypułkowego (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) i takie też zamówiono, okazało się jednak w pierwszym roku obserwacji, że dostarczono dąb szypułkowy.

Doświadczenie założono wiosną 1994 roku na poletkach o wielkości 500 m<sup>2</sup> (25×20 m) w pięciu powtórzeniach, tak więc cała powierzchnia zajmuje 7,5 ha. Granice poletek zostały trwale oznakowane betonowymi słupkami, a cała powierzchnia ogrodzona.

Poszczególne gatunki wysadzono w jamkę w następujących więźbach: sosna zwyczajna – 1,5×0,5 m, modrzew europejski – 1,5×1,5 m, brzoza brodawkowata, dąb szypułkowy, dąb czerwony i olsza szara – 1,5×1,0 m. W doświadczeniu użyto sadzonek dwuletnich, poza dębem szypułkowym, w przypadku którego posadzono trzylatki.

Obok wzrostu badanych gatunków istotne znaczenie ma ich przeżywalność, dlatego przyjęto do oceny wpływu przygotowania gleby obie te cechy. Praca dotyczy pierwszych sześciu lat wzrostu na uprawie, tj. lat 1994-1999. Pomiary wysokości oraz określenie udatności wykonano corocznie jesienią, po zakończeniu sezonu wegetacyjnego, na wybranych rzędach.

Ocenę wpływu przygotowania gleby oraz gatunków na udatność i wysokość drzewek wykonano na podstawie analizy wariancji dla układu split-plots, w którym występuje krzyżowo-hierarchiczna klasyfikacja danych. Następnie wykonano analizy wariancji dla udatności i wysokości badanych gatunków. Przy stwierdzeniu istotnych różnic dokonywano grupowania średnich testem Duncana.

## Wyniki badań

SPOSÓB PRZYGOTOWANIA GLEBY A PRZEŻYwalNOŚĆ GATUNKÓW. Analiza wariancji wykazała, że w badanych latach przygotowanie gleby oraz gatunki różnicują udatność na poziomie bardzo istotnym ( $\alpha=0,01$ ), a interakcja tych dwóch czynników na poziomie istotnym ( $\alpha=0,05$ ) lub bardzo istotnym, poza piątym rokiem uprawy, kiedy nie była ona istotna. Wyniki te wskazują, że wpływ wybranych sposobów przygotowania gleby jest inny dla przeżywalności każdego gatunku.

Jak wynika z tabeli 1 statystycznie istotną różnicę w udatności stwierdzono przez cały okres badań jedynie dla sosny zwyczajnej i olszy szarej oraz w drugim i trzecim roku dla dębów szypułkowego i w pierwszym roku uprawy dla dębów czerwonych.

Udatność upraw sosnowych waha się po sześciu latach uprawy od 41,8% na poletkach kontrolnych do 79,7% przy zastosowaniu samego pogłębiacza (ryc. 1) i utrzymywała się przez cały okres na zbliżonym poziomie. Do największego jej obniżenia doszło na poletkach z pełną płytką orką w czwartym roku uprawy – o około 9%. Najlepsze dla udatności okazało się spulchnienie gleby samym pogłębiaczem oraz wyoranie bruzd z ich pogłębieniem (79,5%). Najgorsze dla udatności tego gatunku okazały się brak przygotowania gleby (41,8%) oraz pełna płytka orka (50,8%). Przez wszystkie lata stwierdzano dla przeżywalności tego gatunku istotną zmienność blokową.

Udatność modrzewia wynosi na koniec okresu, który obejmuje prace, od 48,2% (poletka kontrolne) do 68,9% (pełna orka) i utrzymywała się ona przez cały czas na zbliżonym poziomie

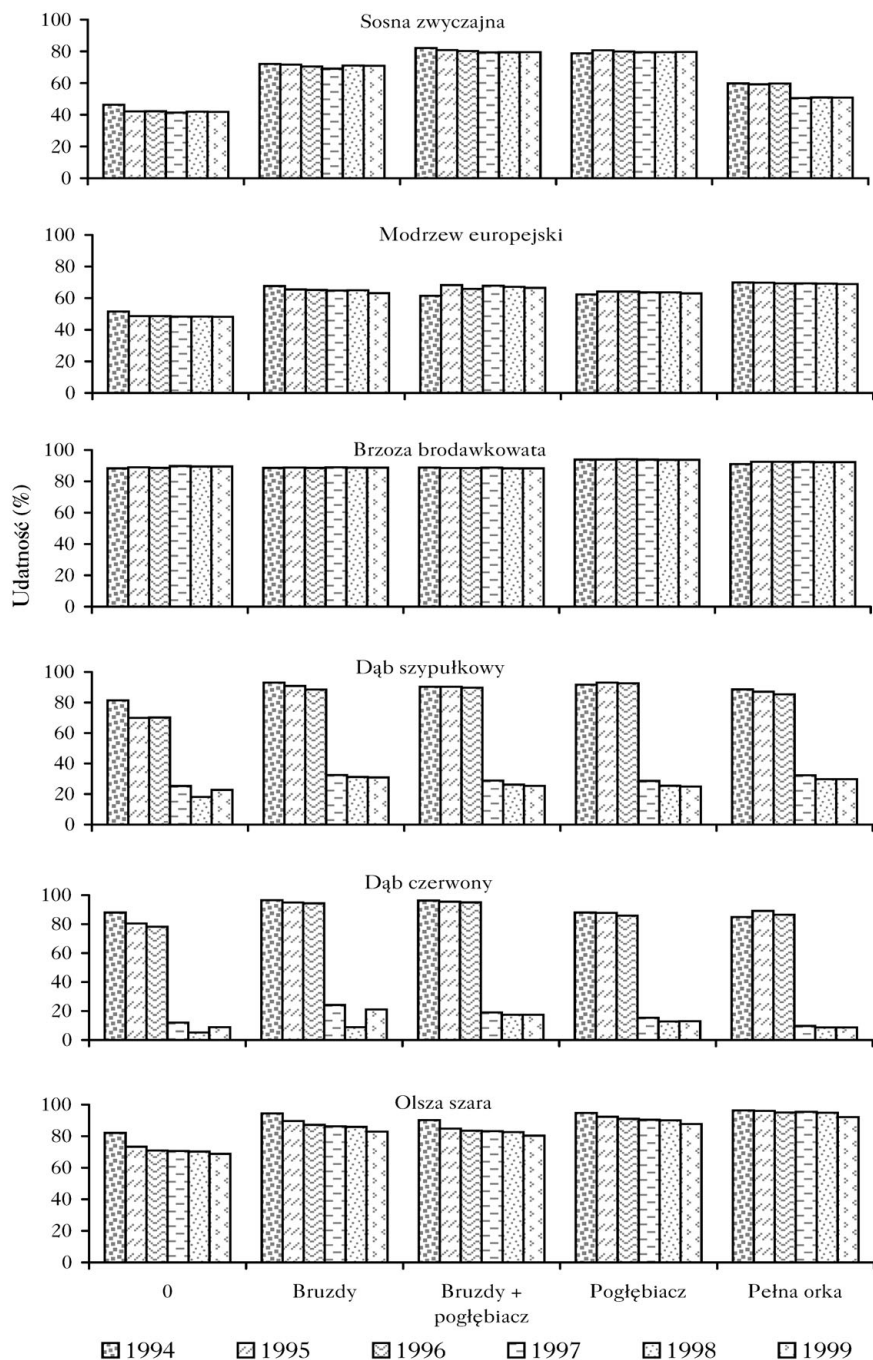
Tabela 1.

Wyniki analizy wariancji (osiągnięty poziom istotności  $\alpha$ ) dla udatności badanych gatunków w kolejnych latach w zależności od sposobu przygotowania gleby

Results of the analysis of variance (significance level  $\alpha$ ) for seedling survival in the successive study years depending on the method of soil preparation

Gatunek drzewa	Wiek uprawy (lata)/Rok pomiaru					
	1/1994	2/1995	3/1996	4/1997	5/1998	6/1999
Sosna zwyczajna	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Modrzew europejski	0,5866	0,1272	0,1649	0,1328	0,1428	0,0912
Brzoza brodawkowata	0,6799	0,6354	0,5598	0,7322	0,7188	0,7188
Dąb szypułkowy	0,1577	0,0085*	0,0064*	0,9035	0,63,56	0,8478
Dąb czerwony	0,0195*	0,1936	0,1058	0,4486	0,1378	0,3565
Olsza szara	0,0166*	0,0037*	0,0068*	0,0083*	0,0086*	0,0125*

\*) poziomy istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; bold describes the significance level  $\alpha \leq 0,05$



Ryc. 1.

Przeżywalność badanych gatunków przez 6. letni okres uprawy (1994-1999) w zależności od sposobu przygotowania gleby na pożarzysku

Seedling survival in the plantation during 6 study years (1994-1999) depending on the method of soil preparation after forest fire

(ryc. 1). Najniższą udatność stwierdzono na poletkach kontrolnych, a najwyższą przy pełnym przygotowaniu gleby. Różnice te, jak już wspomniano, nie zostały potwierdzone statystycznie (tab. 1). Nie stwierdzono także zróżnicowania blokowego.

Udatność brzozy brodawkowatej (ryc. 1) była w badanym okresie stabilna i wynosiła od około 89% (oba sposoby z wyoraniem bruzd) do 94% (pogłębiacz). Przeżywalność tego gatunku była słabo różnicowana przez przygotowanie gleby, jak i powtórzenia, a stwierdzone różnice nie były istotne statystycznie (tab. 1).

Przeżywalność dębu szypułkowego (ryc. 1) wynosiła do trzeciego roku od około 70% (kontrola) do ponad 90% (pogłębiacz). W czwartym roku uprawy uległa ona gwałtownemu obniżeniu i nie przekraczała po szóstym roku 30%. Od tego czasu stwierdzano także istotną zmienność blokową. Najniższą udatność stwierdzono na poletkach kontrolnych i różnice te do trzeciego roku były istotne.

Udatność dębu czerwonego (ryc. 1), podobnie jak poprzedniego gatunku, uległa gwałtownemu obniżeniu w czwartym roku uprawy o około 80-90%. Najwięcej drzewek przeżyło do szóstego roku uprawy na poletkach z samym wyoraniem bruzd (21,1%) lub w połączeniu z ich pogłębieniem (17,4%). Najmniejsza udatność występowała na poletkach kontrolnych (8,8%) oraz z pełnym przygotowaniem gleby (8,7%) po szóstym roku. Różnice w udatności były istotne tylko w pierwszym roku (tab. 1). Od czwartego roku stwierdzono istotny wpływ bloków.

Udatność olszy szarej (ryc. 1) zmniejszała się przez wszystkie badane lata tylko w niewielkim stopniu. Do największego obniżenia doszło w drugim roku uprawy. Po sześciu latach przeżywalność wahała się między 68,8% (kontrola) a 92,1% (pełna orka). Najmniejszą stwierdzono na poletkach kontrolnych, a największą przy pełnym przygotowaniu gleby. Różnice te były statystycznie istotne przez wszystkie lata (tab. 1). Wyraźnie od pozostałych odróżniały się jednak pod względem przeżywalności jedynie drzewka na poletkach kontrolnych.

**WPŁYW PRZYGOTOWANIA GLEBY NA WZROST WYSOKOŚCI.** Analiza wariancji dla wysokości badanych gatunków wykazała, że przygotowanie gleby różnicuje wysokość gatunków na poziomie co najmniej  $\alpha=0,05$  począwszy od drugiego roku, z wyłączeniem jednak upraw dębu szypułkowego i dębu czerwonego po piątym i szóstym roku – wykluczonych z analiz ze względu na bardzo niską udatność. Materiał sadzeniowy dla gatunków był jednorodny, nie stwierdzono bowiem istotnego zróżnicowania wysokości sadzonek wysadzonych na poletkach z różnymi wariantami przygotowania gleby.

Analiza wariancji wykonana dla wysokości poszczególnych gatunków (tab. 2) dowodzi wpływu przygotowania gleby na wzrost modrzewia europejskiego i brzozy brodawkowatej przez cały badany okres (2-6 rok uprawy), dla dębu szypułkowego i olszy szarej przez trzy kolejne lata (2-4 rok uprawy) oraz dla sosny zwyczajnej i dębu czerwonego przez dwa lata (2-3 rok uprawy).

Wpływ przygotowania gleby na wysokość sosny (ryc. 2) był jedynie krótkookresowy i wystąpił w drugim i trzecim roku uprawy – istotnie najniższe wysokości osiągały wtedy sosny na poletkach kontrolnych. Średnie wysokości drzewek po 6 latach były zbliżone i wahały się od ok. 173 cm (bruzdy) do 187 cm (pełna orka), a różnice były nieistotne. Tempo wzrostu wysokości sosny zwyczajnej ulegało z wiekiem przyspieszeniu.

Wzrost wysokości modrzewia europejskiego (ryc. 2) był powolny, ale stały, a wpływ sposobów przygotowania gleby na wysokość stwierdzano przez cały okres (tab. 2). Największe średnie wysokości osiągały przez wszystkie lata modrzewie na poletkach z pełną płytka orką (ok. 295 cm po szóstym roku). Średnie wysokości drzewek przy pozostałych sposobach przygotowania gleby wahały się w szóstym roku uprawy od 227 cm (bruzdy z pogłębieniem) do 260 cm

(kontrola) i nie różniły się istotnie. W szóstym roku dochodzi do zanikania różnic. Przez cały okres najniższe wysokości miały modrzewie posadzone w bruzdach.

Brzoza brodawkowata należy do tych gatunków, które reagowały istotnie wzrostem na zastosowane sposoby przygotowania gleby przez cały okres badań (tab. 2, ryc. 2). Najwyższe były zawsze brzozy z poletek z pełną płytką orką (317 cm po szóstym roku). Wysokości brzoź przy pozostałych sposobach przygotowania gleby nie różniły się istotnie i wynosiły na koniec badań od 253 cm (bruzdy) do 278 cm (pogłębiacz). Najniższe były brzozy przy samym wyoraniu bruzd.

Dąb szypułkowy (ryc. 2) wzrastał bardzo powoli, a od czwartego roku zauważa się stagnację albo zmniejszanie wysokości, co związane jest z obumieraniem pędów wierzchołkowych, a następnie ich regeneracją. Najpowolniejszy wzrost obserwowano na poletkach kontrolnych, przy wyoraniu bruzd z ich pogłębieniem oraz przy samym pogłębieniu. Najkorzystniej wpływało na wzrost pełne przygotowanie gleby. W latach kiedy możliwe było wykonanie obliczeń, różnice te były istotne statystycznie (tab. 2), ulegając z wiekiem zmniejszeniu. Średnia wysokość dębów po szóstym roku uprawy wahała się od ok. 42 cm (kontrola) do ok. 71 cm (pełna orka).

Wpływ sposobów przygotowania gleby na wzrost wysokości dębu czerwonego był krótkotrwały – do trzeciego roku uprawy, a później trudny do oszacowania ze względu na gwałtowne obniżenie przeżywalności (tab. 2, ryc. 2). Tempo wzrostu było podobne jak u dębu szypułkowego i z wystąpieniem tych samych zjawisk stagnacji lub zahamowania przyrostu od czwartego roku uprawy. Po sześciu latach wzrostu najwyższą średnią uzyskały dęby przy wyoraniu bruzd (ok. 77 cm) i pełnym przygotowaniu gleby (ok. 71 cm), najmniejszą przy spulchnieniu samym pogłębiaczem (ok. 41 cm).

Olsza szara charakteryzowała się bardzo powolnym wzrostem wysokości, a w szóstym roku nawet jej zmniejszeniem przy niektórych wariantach przygotowania gleby (ryc. 2). Istotny wpływ sposobów przygotowania gleby na wysokości osiągnięte przez ten gatunek był krótkotrwały – do czwartego roku uprawy (tab. 2). Najkorzystniej wpływały na osiągnięte wysokości sposoby spulchniające glebę (pełna orka, pogłębiacz, bruzdy z pogłębieniem). Najślabszy wzrost stwierdzono na poletkach kontrolnych oraz przy samym wyoraniu bruzd. Podział na grupy nie był jednak zdecydowany. Średnia wysokość olszy szarej zawiera się po sześciu latach uprawy między 145 cm (wyoranie bruzd) a 172 cm (wyoranie bruzd + pogłębiacz).

## Podsumowanie i dyskusja wyników

Gatunki reagują różną udatnością na zastosowane sposoby przygotowania gleby, a reakcja ta jest zmienna w czasie. W warunkach ubogich gleb rdzawych, jakie występują na powierzchni

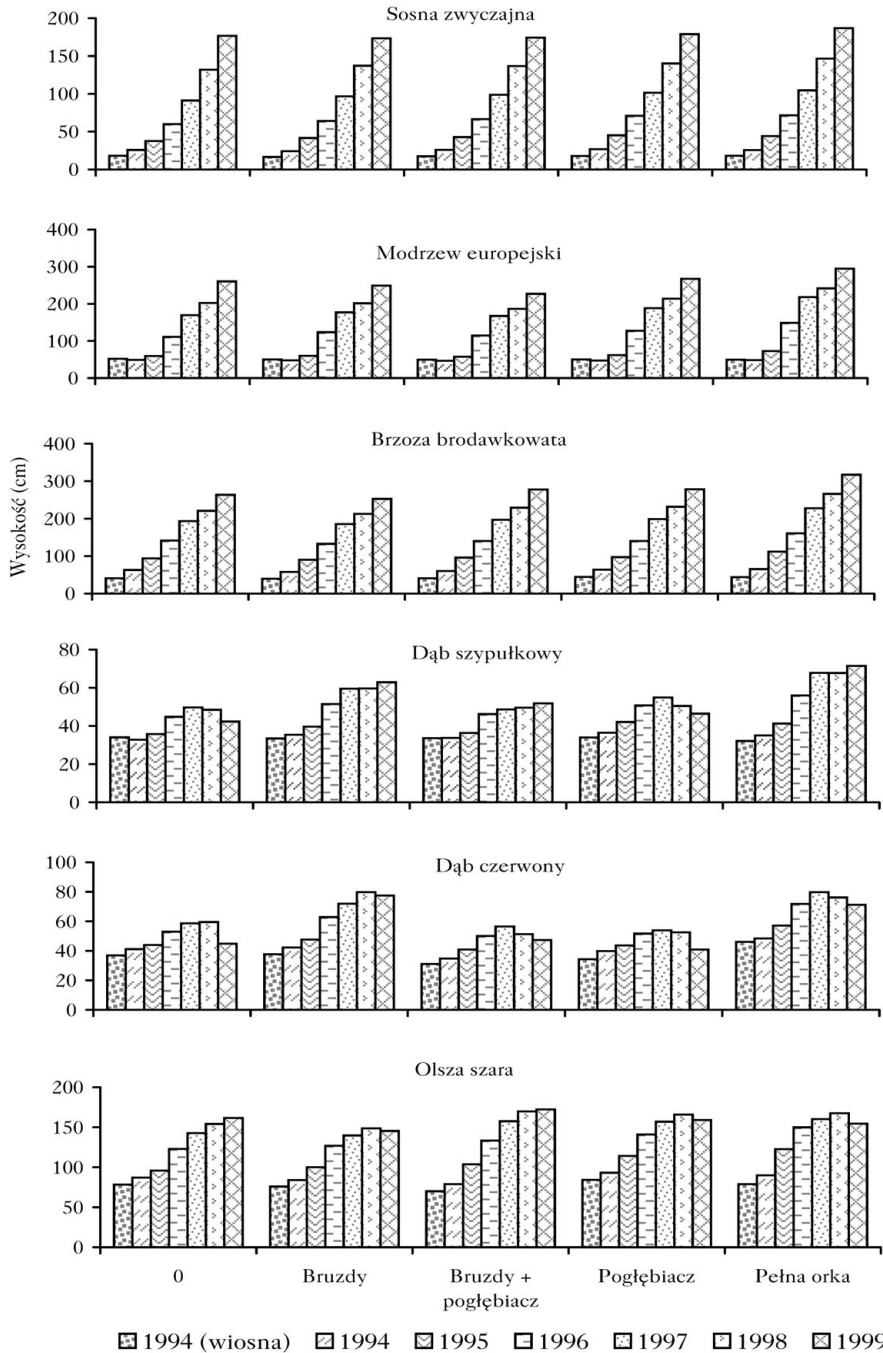
Tabela 2.

Wyniki analizy wariancji (osiągnięty poziom istotności  $\alpha$ ) dla wysokości badanych gatunków w kolejnych latach w zależności od sposobu przygotowania gleby

Results of the analysis of variance (significance level  $\alpha$ ) for seedling growth in the successive study years depending on the method of soil preparation

Gatunek drzewa	Wiek uprawy (lata)/Rok pomiaru					
	1/1994	2/1995	3/1996	4/1997	5/1998	6/1999
Sosna zwyczajna	0,2697	0,0069*	0,0054*	0,0509	0,2645	0,6317
Modrzew europejski	0,8198	0,0026*	0,0065*	0,0059*	0,0182*	0,0417*
Brzoza brodawkowata	0,2006	0,0029*	0,0070*	0,0054*	0,0013*	0,0009*
Dąb szypułkowy	0,2059	0,0004*	0,0181*	0,0107*	–	–
Dąb czerwony	0,2713	0,0155*	0,0003*	0,0795	–	–
Olsza szara	0,3639	0,0112*	0,0038*	0,0434*	0,1049	0,4908

\*) poziomy istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; bold describes the significance level  $\alpha \leq 0,05$



Ryc. 2.

Wzrost wysokości badanych gatunków przez 6. letni okres uprawy (1994-1999) w zależności od sposobu przygotowania gleby na pożaryszku

Seedling growth in the plantation during 6 study years (1994-1999) depending on the method of soil preparation after forest fire

doświadczalnej, rezygnacja z przygotowania gleby, mimo braku konkurencji roślinności runa, prowadzi do wyraźnego obniżenia udatności wszystkich testowanych gatunków, a szczególnie sosny zwyczajnej i modrzewia europejskiego, a w mniejszym stopniu olszy szarej. W przypadku dębów, z powodu znacznego obniżenia ich udatności po czwartym roku uprawy (1997 rok) we wszystkich wariantach, ten negatywny wpływ uległ zatarciu.

Stwierdzona zmienność blokowa dla udatności sosny zwyczajnej może wynikać z negatywnego wpływu pozostawionej na powierzchni warstwy rozdrobnionych resztek zrębowych. Zaobserwowano bowiem, że zepchnięcie na wały resztek po wyciętym spalonym drzewostanie, a następnie ich rozdrobnienie tworzy w jednym miejscu wyraźną warstwę izolacyjną, która oddziałuje negatywnie na udatność. Negatywny wpływ może wynikać stąd, że przy niewielkim natężeniu opadów, działanie takiej warstwy doprowadza do szybkiego wyparowania wody z powierzchni.

Blokowa zmienność udatności dla obu badanych gatunków dębów od czwartym roku uprawy, a więc po gwałtownie zwiększonej śmiertelności, zdaje się wyraźnie wskazywać na znaczenie mikrosiedlisk dla tych gatunków. Gwałtowne obniżenie przeżywalności dębów związane było z niekorzystnym układem temperatury w okresie jesienno-zimowym na przełomie lat 1997/1998, i wystąpiło w uprawach i na szkółkach w całej Polsce.

Różnice w trwałości reakcji wzrostowej na sposób przygotowania gleby wskazują, że jest ona uzależniona od gatunku i zachodzi dopiero po zaaklimatyzowaniu się sadzonek. Oddziaływanie na wzrost dębów, ze względu na wspomniane tutaj gwałtowne obniżenie udatności, jest trudne do określenia. Wpływ sposobów przygotowania gleby jest więc krótkotrwały i ogranicza się w zasadzie do fazy uprawy, poza modrzewiem i brzozą, u których to gatunków stwierdza się go jeszcze w fazie młodnika.

Chociaż reakcje wzrostowe gatunków na zastosowane sposoby przygotowania gleby były różne i zmienne w czasie, to w zasadzie najkorzystniejsza dla wszystkich badanych gatunków była pełna płytka orka. Korzystne dla większości gatunków było też samo spulchnienie gleby pogłębiaczem (sosna, modrzew, brzoza, olsza). Rezygnacja z przygotowania gleby powoduje, że badane gatunki drzew osiągają mniejsze wysokości średnie. Średni przyrost wysokości w szóstym roku uprawy wskazuje jednak, że poza brzozą brodawkowatą, najwyższy jest on na poletkach kontrolnych. Taka reakcja niweluje obserwowany dotąd negatywny wpływ braku przygotowania gleby na wzrost, szczególnie u gatunków, u których był on obserwowany najwyraźniej, czyli u sosny i olszy. Może to być wpływ mniejszego zagęszczenia, które jak wynika z badań więźbowych dla sosny [Ceitel 1982], wpływa istotnie korzystnie na osiągnięte wysokości dopiero po kilku latach.

Na wysokości osiągnięte przez dąb szypułkowy, dąb czerwony i olszę szarą istotny wpływ miało zamieranie pędów wierzchołkowych, a u dębów dodatkowo tworzenie odrośli z szyi korzeniowej. Zamieranie pędów wierzchołkowych u olszy szarej, obserwowane zwykle po pięciu - sześciu latach uprawy, jest zapewne początkiem zamierania tego gatunku, które prowadzi do całkowitego jego ustępowania około 14-16 roku po posadzeniu [Kocjan 1995].

Wysokości osiągnięte po szóstym roku uprawy (8 lub 9 rok życia) są zadowalające dla sosny zwyczajnej, modrzewia europejskiego, olszy szarej i brzozy brodawkowatej, jeśli porównamy je ze wzrostem tych gatunków podawanych w literaturze, uwzględniając siedlisko [Szymański 1982]. Niezadowalający jest wzrost dębów.

Wpływ sposobu przygotowania gleby na udatność i na wzrost badanych gatunków nie był w pełni zgodny. Jedynie w przypadku olszy szarej, modrzewia europejskiego i brzozy brodawkowatej sposoby przygotowania gleby najkorzystniej wpływające na udatność sprzyjały też



najlepiej wzrostowi wysokości (pełna płytką orka). Niekiedy było jednak tak, że sposoby, które znacznie ograniczały przyjęcie się sadzonek (np. pełne przygotowanie dla sosny), oddziaływały bardzo korzystnie na ich wzrost. Z analiz wynika, że sposób przygotowania gleby wpływa silniej na wzrost niż na przeżywalność gatunków.

Rezygnacja z przygotowania gleby nie sprzyja w warunkach gleb rdzawych z warstwą rudawca próchniczno-żelazistego ani udatności, ani wzrostowi posadzonych gatunków. Ten negatywny wpływ jest później niwelowany przez mniejszą konkurencję o przestrzeń (mniejsze zagęszczenie). Jak wynika jednak z badań nad roztocami z rzędu *Gamasida* na tej powierzchni, biologia gleby zdaje się tu być najkorzystniejsza, stwierdzono bowiem, że zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym są tu najlepsze warunki do ich bytowania w porównaniu z wyoranymi bruzdami i pełną płytką orką [Michalik 2001].

Sposoby przygotowania gleby na powierzchni po pożarze lasu zależą zarówno od cech spalonego drzewostanu jak i warunków siedliskowych, w tym szczególnie glebowych oraz wymagań ekologicznych wprowadzanych gatunków. Generalnie zaleca się w takich przypadkach takie sposoby, które w jak najmniejszym stopniu naruszają strukturę gleby, co jednak nie wyklucza pełnej orki [Karlikowski 1997]. W warunkach słabych siedlisk borowych praktyka zaleca, najczęściej po pożarze lasu, wyoranie bruzd z ich pogłębieniem lub samo spulchnienie pogłębiaczem [Stetkiewicz 1997, Tomczyk 1997], a rzadziej samo wyoranie bruzd [Potyrański 1997, Stetkiewicz 1997] czy talerzowanie – np. broną Nizińskiego [Tomczyk 1997, Walisko 1997]. Stetkiewicz [1997] zaleca stosowanie samego pogłębiacza szczególnie tam gdzie się wszystko spaliło i nie ma potrzeby porządkowania powierzchni. Z doświadczeń na pożarzysku w Lubsku wynika, że sosna rośnie lepiej przy wyoraniu bruzd niż przy pełnej głębokiej orce [Zajączkowski 1997]. Przytoczone tu opinie są zgodne w zasadzie z wynikami badań.

Celem zwiększenia odporności przyszłych lasów na pożar zaleca się przy odnowieniu pożarzysk większy udział gatunków liściastych i modrzewia [Karlikowski 1997]. Przedstawione w pracy wyniki są zgodne z opinią, iż sosna musi pozostać głównym gatunkiem przy odnawianiu słabych siedlisk borowych [Otto 1980], nawet jeśli zmniejszy się jej udział do 75-85% [Stetkiewicz 1997, Tomczyk 1997].

Drugim gatunkiem, ze względu na dużą przeżywalność i szybki wzrost, powinna być brzoza brodawkowata [Stetkiewicz 1997, Tomczyk 1997]. Uważa się, że udział tego gatunku jedynie w warunkach siedlisk zdegradowanych przez emisje przemysłowe może przekraczać 20% [Dobrzański 1997, Hanak 1997].

Stosunkowo duża udatność jak i względnie szybki wzrost modrzewia dowodzi, że gatunek ten obok sosny zwyczajnej i brzozy brodawkowatej może być brany pod uwagę przy odnowieniu. Jest on zalecany w Niemczech do tworzenia pasów biologicznych (ochronnych), mających utrudnić rozprzestrzenianie się pożarów (informacja ustna od dyrektora Lexa z Lüneburger Heide).

Nawet maksymalne wykorzystanie mikrosiedlisk, a nawet stoisk, dla wprowadzania innych niż brzoza gatunków liściastych [Tomczyk 1997] do odnowień powierzchni popożarowych, nie stwarza specjalnie możliwości zwiększenia udziału dębów na ubogich siedliskach borowych, a jest związane, jak wynika z badań, z dużym ryzykiem hodowlanym [Potyrański 1997].

Olsza szara, ze względu na zamieranie pędów i krótkowieczność, może być traktowana w takich warunkach jedynie jako gatunek pielęgnacyjny o znaczeniu fitomelioracyjnym [Tomczyk 1997]. Gatunek ten stwarza korzystne warunki do odbudowy biologicznej pożarzyska, jak wynika z badań nad roztocami [Michalik 2001] oraz wpływa pozytywnie na wzrost sosny zwyczajnej [Barzdajn i in. 2003].

## Wnioski

Ze względu na okres badań, część wniosków ma charakter wstępny, wymagający dalszego potwierdzenia.

1. W warunkach ubogich i zdegradowanych siedlisk borowych rezygnacja z przygotowania gleby prowadzi do wyraźnego obniżenia przeżywalności i zahamowania wzrostu na wysokość. Obniżenie udatności zauważa się szczególnie wyraźnie u sosny zwyczajnej i modrzewia europejskiego, a zahamowanie przyrostu u sosny zwyczajnej i olszy szarej.
2. Wpływ sposobu przygotowania gleby na przeżywalność i wzrost badanych gatunków nie był w pełni zgodny. Jedynie w przypadku olszy szarej, modrzewia europejskiego i brzozy brodawkowatej sposoby przygotowania gleby najkorzystniej wpływające na udatność, sprzyjały też najlepiej wzrostowi wysokości (pełna płytką orka).
3. Dla udatności upraw najkorzystniejsze były wszystkie sposoby uprawy spulchniające glebę, tj.: wyoranie bruzd z spulchnieniem ich dna, samo spulchnienie pogłębiaczem oraz pełna płytką orka. Ze sposobów tych, jedynie pełna płytką orka nie sprzyjała udatności takich gatunków jak: sosna zwyczajna, dąb szypułkowy oraz dąb czerwony.
4. Dla wzrostu wszystkich badanych gatunków najkorzystniejsza była pełna płytką orka oraz samo spulchnienie gleby pogłębiaczem.
5. Za godne polecenia sposoby przygotowania gleby na powierzchniach popożarowych w warunkach ubogich siedlisk borowych można uznać: wyoranie bruzd z pogłębieniem ich dna, samo pogłębienie, i w mniejszym, stopniu samo wyoranie bruzd oraz pełną płytką orkę. Ze względu na prostotę i koszty wykonania, należy szerzej wykorzystać możliwość stosowania samego pogłębiacza, bez dodatkowych nakładów energetycznych na odwracanie skib przy wyoraniu bruzd.
6. Dobór gatunków drzew do odnowienia lasu na powierzchniach popożarowych w warunkach ubogich siedlisk borowych jest ograniczony do sosny zwyczajnej, brzozy brodawkowatej i modrzewia europejskiego. Dęby mogą spełniać w tym zakresie tylko ograniczoną rolę, na niewielkich powierzchniach, a olsza szara może być traktowana wyłącznie jako cenny gatunek o znaczeniu fitomelioracyjnym.

## Literatura

- Barzdajn W., Ceitel J., Zientarski J. 2003. Wzrost sosny zwyczajnej i olszy szarej w mieszanej uprawie w Nadleśnictwie Potrzebówce. Sylwan 147 (6): 1-5.
- Ceitel J. 1982. Zmiany mikroklimatu przygrunтовой warstwy powietrza oraz morfologii drzew ze wzrostem upraw sosnowych założonych w różnych wieźbach początkowych. Maszynopis pracy doktorskiej. Katedra Hodowli Lasu AR Poznań.
- Dobrzański M. 1997. Krótka historia pożarów lasu w 1992 r. w Nadleśnictwie Olkusz oraz porządkowanie powierzchni pożarysk wraz z ich zagospodarowaniem. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Hanak B. 1997. Popożarowe refleksje nad zagospodarowaniem i skutkami wielkich pożarów leśnych w RDLP Katowice w roku 1992. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Karlikowski T. 1997. Profilaktyka przeciwpożarowa w odnowieniu wielkich pożarysk. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Kocjan H. 1994. Wpływ zabiegów uprawowych na wzrost i jakość hodowlaną sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w młodniku na siedlisku boru suchego. PTPN. Prace Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś. 78 (suplement): 1-54.
- Kocjan H. 1995. Dwudziestopięcioletnie wyniki wykorzystania bentonitu przy zakładaniu upraw leśnych. Sylwan 139 (4): 57-63.
- Michalik J. 2001. Sukcesja roztoczy z rzędu Gamasida na terenie pożaryska w Puszczy Nadnoteckiej. Maszynopis pracy doktorskiej. Instytut Biologii Środowiskowej. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

- Otto H.-J. 1980. Waldbauliche Überlegungen und Maßnahmen im Gefolge der Waldbrände von 1975 und 1976 in Niedersachsen. Forstwissenschaftliches Centralblatt 99 (5-6): 385-388.
- Potyralski A. 1997. Zagospodarowanie pożarzyska. Nadleśnictwo Bolesławiec, Leśnictwo Krępica, pożar z dnia 1 sierpnia 1983 roku. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarzysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Stetkiewicz A. 1997. Odnowienie drzewostanów na przykładzie RDLP Toruń. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarzysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Szafer W. [red.] 1972. Szata roślinna Polski. T. 1, 2. PWN, Warszawa.
- Szymański S. 1982. Wzrost niektórych gatunków drzew leśnych w pierwszych 10 latach życia na siedlisku boru mieszanego świeżego. Sylwan 126 (7): 11-29.
- Tomeczyk S. J. 1997. Rewitalizacja wielkopowierzchniowych pożarzysk na ubogich i zdegradowanych siedliskach borowych w Nadleśnictwie Potrzebowice i Wronki. W: Mat. na Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarzysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A., Matuszkiewicz W. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Walisko Z. 1997. Odnowienie drzewostanów na pożarzysku z roku 1992 w Nadleśnictwie Kędzierzyn. W: Mat. Konferencję naukowo-techniczną „Zagospodarowanie wielkich pożarzysk”, Jarnołtówek, 16-17.06.1997.
- Zajączkowski J. 1997. Zmiany i odbudowa ekosystemu leśnego na powierzchniach popożarowych. Synteza. IBL, Warszawa. 1-26.

## SUMMARY

### The influence of the soil preparation after the forest fire on the survival and growth of the selected tree species

This paper presents research results of the effect of soil preparation methods and the selection of tree species for forest regeneration in the area after the forest fire in poor coniferous forest habitats. The experiment was established in 1994 in the Notecka Forest in a split-plot design. Five methods of soil preparation (furrows, furrows with subsoiler, subsoiler, full shallow ploughing and control) were tested to determine their effect on the performance of six forest tree species (Scots pine, European larch, silver birch, pedunculate oak, red oak, grey alder) used in the experiment. The height growth and survival of the tested species were assessed during the first 6 study years (Table 1, 2; Fig. 1, 2).

The resignation of soil preparation led to the decline in the survival of trees which was especially distinct for Scots pine and European larch and to the inhibition of the height growth of Scots pine and, to a lesser degree, of grey alder. Soil preparation had stronger effect on the growth than the survival of trees.

Of the discussed methods of soil preparation the furrows with subsoiler, subsoiler and – to a lesser degree – furrows and full shallow ploughing can be recommended for regeneration of stands growing in the poor type of coniferous forest habitat.

The choice of the forest tree species for stand regeneration is limited to Scots pine, silver birch and European larch. The oaks can be of some significance only in small areas. Grey alder plays the role of an admixture species and is useful in phytomelioration treatments.