

From Forest Nursery Notes, Summer 2008

147. Effect of soil reclamation on afforestation of degraded areas in the Chocianow Forest District. Bacia, J. and Barzdajn, W. Sylwan 5:44-51. 2007.

JAN BACIA, WŁADYSŁAW BARZDAJN

Wpływ rekultywacji na wyniki zalesienia zdegradowanych gleb w Nadleśnictwie Chocianów

Effect of soil reclamation on afforestation of degraded areas
in the Chocianów Forest District

ABSTRACT

Bacia J., Barzdajn W. 2007. Wpływ rekultywacji na wyniki zalesienia zdegradowanych gleb w Nadleśnictwie Chocianów. Sylwan 5: 44-51.

The aim of the experiment was to compare the rehabilitating effect of three factors that may improve the degraded and very poor soils formed from loose sands: dolomite liming, use of a multi-component fertilizer with delayed action (Silvamix W) and temporary introduction of an admixture *Alnus incana* into the *Pinus sylvestris* plantation. The results of the factorial experiment after 9 years indicate that the soils on which the experiment was established cannot be afforested without prior rehabilitation treatments. The activity of dolomite was most effective while of Silvamix - weaker. Alder survived in the plantation composition only when used in combination with dolomite fertilization, then its rehabilitating effect was apparent. Rehabilitation relying on the use of dolomite at a rate of 2 t/ha in combination with a 50% admixture of alder in the pine plantation is recommended to be used in practice.

KEY WORDS

soil reclamation, degraded soils, forest fertilization, Poland

ADDRESSES

Jan Bacia – Nadleśnictwo Chocianów;
ul. Kościuszki; 23 59-140 Chocianów

Władysław Barzdajn – Katedra Hodowli Lasu; Wydział Leśny; Akademia Rolnicza;
ul. Wojska Polskiego 69; 60-625 Poznań; e-mail: barzdajn@au.poznan.pl

Wstęp

Ważnym problemem gospodarczym w Nadleśnictwie Chocianów jest zagospodarowanie byłych poligonów wojskowych. Ich powierzchnia wynosi 10 264 ha, co stanowi ponad 50% ogólnej powierzchni nadleśnictwa. Degradacja gleb na poligonach zaszła niekiedy tak daleko, że powstały ruchome wydmy i rozległe wrzosowiska. Przyczynami degradacji były działalność wojska oraz wielkopowierzchniowe pożary, uruchamiające erozję eoliczną. Bardzo labilne gleby tych terenów wytworzyły się z piasków kwarcowych, nagromadzonych w stożku napływowym Bobru. Stożek ten uległ deflacji, formując wydmy o miąższości do 16 m. Duża część tych powierzchni to pustkowia pokryte w około 50% przez *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Polytrichum commune* Hedw. i *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth., a także przez ruchome wydmy. Gleby te zaliczono do typów: gleby rdzawe i bielcowe, a siedlisko leśne określono jako bór świeży zdegradowany. Wielkość powierzchni gleb zdegradowanych w nadleśnictwie określono na 8%, co stanowi ponad 1620 ha. Plan urządzania gospodarstwa leśnego nakazuje ich zalesienie sosną zwyczajną. Niezależnie od diagnozy siedliskowej, spontaniczne naloty oraz uprawy sosny wykazują zewnętrznie objawy głodowania w zakresie składników mineralnego

żywienia, tzn. karłowaty i krzaczasty wzrost, skrócone igły oraz przebarwienia igliwia na kolor żółty i pomarańczowy. Charakterystykę chemiczną wierzchnich poziomów gleb omawianych terenów wykonało w 1996 r. Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Brzegu. Skrócone wyniki tych badań zawiera tabela 1. Potwierdziły one skrajne ubóstwo gleb oraz ich niską aktywność biologiczną, o której świadczy duża wartość stosunku C:N. Zalesienie takich gleb powinno zatem zostać poprzedzone rekultywacją, w ramach której mineralne składniki pokarmowe zostaną dostarczone z zewnątrz bądź uruchomione z form nieprzyswajalnych.

Metodyka

ZALOŻENIA. Pierwszą myślą gospodarzy terenu było zastosowanie wysokich dawek nawożenia mineralnego przed założeniem upraw. Wybór padł na nawóz Silvamix W (N:P:K:MgO=10:13:16,5:14,5), o spowolnionym, a tym samym o przedłużonym działaniu. Koszty takiego przedsięwzięcia byłyby jednak tak duże, że skala jego zastosowania nie mogła być duża i nie mogła rozwiązać problemu planowanych zalesień. Z drugiej strony konieczne było wapnowanie, gdyż kompleks sorpcyjny gleb nie wykazywał obecności wapnia. Wybór do wapnowania dolomitu mógł pozwolić także na uzupełnienie magnezu, dostarczyć nieco potasu i fosforu oraz mikroelementów. Skład użytego dolomitu był następujący: CaO – 30,80%; MgO – 20,08%; K₂O – 0,03%; P₂O₅ – 0,03%. Zawartość mikroelementów wyniosła (w mg/kg nawozu): Co – 0,38; Cu – 11,94; Mn – 1326; Zn – 65,66.

Wapnowanie dolomitem powinno, przez zmianę odczynu, uruchomić pokarmy mineralne z form nieprzyswajalnych. W dolomicie nie ma azotu, lecz problem jego braku można było rozwiązać przez włączenie olszy szarej do procesu rekultywacji. Stały symbiont olszy, promieniowiec *Frankia alni* Woronow, jest zdolny do redukcji azotu atmosferycznego i włączenia go do obiegu

Tabela 1.

Właściwości chemiczne zdegradowanych gleb w Nadleśnictwie Chocianów, oddz. 227a, oznaczone w 1996 r. oraz na powierzchni doświadczalnej pod wpływem nawożenia oznaczone w 1999 r.

Chemical properties of degraded soils in the Chocianów Forest District comp. 227a described in 1996 and at the experimental plot after fertilisation described in 1999

Nazwa cechy	Wartość 1996	Wpływ dolomitu 1999	Wpływ Silvamixu 1999
pH KCl	4,67-4,86	4,94	4,83
Kwasowość hydrolytyczna Hh	3,00-4,40	2,47	3,45
Metaliczne kationy wymienne [me/100 g gleby]			
Ca ⁺⁺	0,00	0,25	0,00
Mg ⁺⁺	0,00-0,03	0,07	0,00
K ⁺	0,04-0,08	0,02	0,02
Na ⁺	0,03-0,10	0,00	0,00
Wysycenie zasadami [%]	2,20-5,36	12,1	0,58
Składniki łatwo przyswajalne [mg/100 g gleby]			
P ₂ O ₅ (metoda Egnera-Riehma)	0,00-0,69	1,90	1,60
K ₂ O (metoda Egnera-Riehma)	0,00	1,00	1,20
Ca ⁺⁺ (1n CH ₃ COONH ₄)	0,00	7,01	0,00
Mg ⁺⁺ (1n CH ₃ COONH ₄)	0,00-0,36	1,41	0,00
K ⁺ (1n CH ₃ COONH ₄)	1,62-3,25	–	–
Na ⁺ (1n CH ₃ COONH ₄)	0,79-2,36	–	–
Węgiel organiczny [%]	0,57-0,90	0,50	0,74
Azot ogólny [%]	0,01-0,02	0,03	0,042
C:N	36,00-90,0	16,67	17,62

biologicznego. Łatwo rozkładalna ściółka olszy powinna zaktywizować życie gleb i przyspieszyć obieg pierwiastków. Powstał więc pomysł, aby w jednym doświadczeniu porównać działanie trzech środków rekultywacji: nawożenia pierwiastkami odżywczymi (nawóz Silvamix), wapnowania dolomitom i wprowadzenia do składu uprawy sosnowej domieszki olszy szarej.

METODYKA DOŚWIADCZENIA TERENOWEGO. Pod względem przyrodniczo-leśnym Nadleśnictwo Chocianów położone jest w Krainie Śląskiej, Dzielnicy Równiny Dolnośląskiej, Mezoregionie Borów Dolnośląskich [Trampler i in. 1990].

Powierzchnię doświadczalną zlokalizowano w Leśnictwie Trzebień, w oddz. 239 b. Było to wrzosowisko przeznaczone do zalesienia, reprezentatywne dla obszarów wymagających rekultywacji. Siedlisko określono jako bór świeży zdegradowany, na glebie rdzawej właściwej, wytworzonej z piasku luźnego.

Doświadczenie zaplanowano jako czynnikowe z trzema czynnikami (Silvamix, dolomit, olsza), każdy na dwóch poziomach: zerowym i doświadczalnym. Było to więc doświadczenie typu 2^3 , w którym liczba obiektów wyniosła $2^3=8$. Wybrano układ bloków kompletnie zrandomizowanych, z czterema powtórzeniami. Liczba poletek wyniosła $8 \times 4=32$. Poletka są kwadratami o boku 20 m, ich powierzchnia wynosi 400 m^2 . Wielkość całej powierzchni wynosi $400 \times 32=12\,800 \text{ m}^2$.

Przygotowanie gleby do sadzenia wykonano jesienią 1997 r. przez wyoranie bruzd pługiem leśnym. Sadzenie wykonano w okresie 10-25 marca 1998 r. Materiał sadzeniowy sosny stanowiły jednoroczne siewki. Sadzono je w szparę pod kostur w liczbie 12 000 szt./ha (480 szt. na poletko). Materiał sadzeniowy olszy szarej stanowiły 2-letnie siewki. Sadzono je w jamkę pod łopatę, w co drugim rzędzie, na przemian z rzędami sosny.

Nawożenie dolomitom wykonano wiosną 1998 r., przez ręczne rozsypanie go po powierzchni, w dawce 80 kg na nawożone poletko, czyli 2000 kg/ha.

Nawożenie Silvamixem wykonano pogłównie w czerwcu 1998 r., przez wyłożenie i wgnięcie w glebę czterech tabletek (o masie 10 g każda) pod każdą roślinę (sosnę lub olszę). Przy 12 000 tysiącach roślin na ha, poziom doświadczalny Silvamixu wyniósł 480 kg/ha.

METODYKA OPRACOWANIA WYNIKÓW. W latach 1998, 1999 i 2006 pomierzono na powierzchni wysokość wszystkich sosen, otrzymując jednocześnie liczbę rosnących drzew. Dla każdego poletka obliczano procent przeżywalności oraz średnią arytmetyczną wysokości. Następnie wykonywano analizę wariancji według modelu:

$$y_{pijk} = \mu + \rho_p + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + e_{pijk}$$

gdzie:

y_{pijk} – wartość dowolnej średniej poletkowej,

μ – średnia dla doświadczenia,

ρ_p – efekt blokowy,

$\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ – efekty główne czynników, a w kombinacjach ich efekty interakcyjne,

e_{pijk} – efekt błędu doświadczalnego.

Jeśli analiza wariancji wykrywała istotność efektów głównych lub interakcyjnych, wykonywano porównania pomiędzy obiektami z zastosowaniem testu znanego w literaturze jako „nowy wielokrotny test rozstępu Duncana” [Oktaba 1966]. Dane zbierane jako frakcja (udatność, przeżywalność) przed opracowaniem poddawano procedurze stabilizacji wariancji według metody Bliss:

$$y = \arcsin \sqrt{p\%}$$

Wyniki

Wpływ zastosowanych zabiegów na wzrost sosny po pierwszym, po drugim i po dziewiątym sezonie wzrostu oraz na przeżywalność zawiera tabela 2. Zaobserwowane różnice są nie tylko istotne w sensie statystycznym (tab. 3 i 4), lecz są na tyle duże, że mają praktyczne znaczenie.

Wysokość sosny po pierwszym sezonie wegetacyjnym na uprawie w zasadzie nie zależała od zabiegu rekultywacyjnego. Analiza wariancji wykryła tylko jeden efekt interakcyjny, a zaobserwowane różnice były bez znaczenia praktycznego. Po drugim sezonie wegetacyjnym ujawnił się pozytywny wpływ dolomitu i Silvamixu. Efekt olszy uznano za nieistotny (tab. 3). Wysokość sosny w obiektach z dolomitem osiągnęła 20,62 cm, a w obiektach bez dolomitu wyniosła 15,05 cm.

Tabela 2.

Wpływ zabiegów rekultywacyjnych na wzrost i przeżywalność sosny. Obiekty zawierające w oznaczeniu tę samą literę nie różnią się istotnie

Effect of reclamation treatments on pine growth and survival. The sites having the same letter in the description do not differ significantly

Obiekty*)	Wysokość 1998 [cm]	Wysokość 1999 [cm]	Wysokość 2006 [cm]	Przeżywalność 2006 [%]
DSO	3,2520 B	21,0213 A	231,28 A	78,23 AB
DS	3,3765 B	19,5550 B	227,33 A	80,21 A
DO	3,7853 A	21,0370 A	226,55 A	79,90 A
SO	3,5410 AB	19,8923 AB	181,15 B	68,54 AB
D	3,5415 AB	20,8495 AB	197,13 B	79,74 A
S	3,4973 AB	19,6188 B	146,20 C	80,31 A
O	3,3895 B	10,5645 C	83,43 D	61,56 B
Zero	3,3355 B	10,1143 C	95,18 D	33,23 C

* D – dolomit; S – Silvamix; O – olsza szara

* D – dolomite; S – Silvamix; O – grey alder

Tabela 3.

Wyniki analizy wariancji wpływu rekultywacji na wysokość sosen

Results of the analysis of variance of the effect of reclamation treatments on pine height

Źródło	Stopnie swobody	Wysokość 1998		Wysokość 1999		Wysokość 2006	
		F	α	F	α	F	α
Bloki	3	0,152	0,9271	3,637	0,0295*	2,631	0,0767
Obiekty	7	2,091	0,0902	118,884	0,0000***	47,927	0,0000***
W tym:							
Dolomit D	1	0,353	0,5586	338,759	0,0000***	240,842	0,0000***
Silvamix S	1	1,421	0,2465	209,653	0,0000***	57,373	0,0000***
Olsza O	1	0,451	0,5093	3,860	0,0628	5,443	0,0297*
D×S	1	9,807	0,0050**	277,048	0,0000***	22,033	0,0001***
D×O	1	0,005	0,9444	0,590	0,4512	0,176	0,6791
S×O	1	1,374	0,2543	0,829	0,3730	0,766	0,3914
D×S×O	1	1,228	0,2803	1,448	0,2423	8,859	0,0072**
Błąd	21	x	x	x	x	x	x
Ogółem	31	x	x	x	x	x	x

Objaśnienia: F – funkcja testowa; α – osiągnięty poziom istotności; * – poziom istotności $\alpha \leq 0,05$; ** – poziom istotności $\alpha \leq 0,01$; *** – poziom istotności $\alpha \leq 0,001$

Description: F – test; α – achieved significant level; * – significance level $\alpha \leq 0,05$; ** – significance level $\alpha \leq 0,01$; *** – significance level $\alpha \leq 0,001$

Wpływ nawożenia Silvamixem był podobny, wysokość sosny osiągnęła odpowiednio 20,02 cm i 15,64 cm. Obiekt kontrolny (zerowy) i obiekt bez nawożenia z wprowadzoną olszą dały podobny i istotnie słabszy od pozostałych wynik (tab. 2). W 9-letniej uprawie (młodniku) różnice pomiędzy obiektami nawozowymi zaznaczyły się bardzo wyraźnie. Wykryto istotne efekty głównie wszystkich trzech czynników. Działanie dolomitu było najbardziej efektywne. Wysokość sosny w obiektach z dolomitem wyniosła 221 cm, a w obiektach bez dolomitu 126 cm. W obiektach z Silvamixem wysokość ta wyniosła 196 cm, a w obiektach bez tego nawozu 151 cm. Najsłabsze było oddziaływanie olszy. Średnia wysokość sosen wyniosła 181 cm w obiektach z olszą i 166 cm w obiektach bez olszy. Test Duncana podzielił wszystkie obiekty na cztery rozłączne, różniące się istotnie między sobą grupy (tab. 2). Do pierwszej, z największymi wysokościami sosen, zaliczono obiekty: dolomit + Silvamix + olsza, dolomit + Silvamix oraz dolomit + olsza. Do drugiej grupy, z umiarkowanym wzrostem sosny, zaliczono obiekty: dolomit oraz Silvamix + olsza. Do trzeciej grupy, ze złym wzrostem sosny, zaliczono obiekt z samym Silvamixem. Do czwartej grupy zaliczono obiekt kontrolny i obiekt z samą olszą. Podobny, choć nie identyczny wynik otrzymano analizując przeżywalność sosny (tab. 2). Przyczyną względnie słabego oddziaływania olszy mógł być jej znaczny ubytek w obiektach bez dolomitu (tab. 4). Nawożenie dolomitem okazało się niezbędne do tego, by olsza przetrwała w uprawie w liczbie ponad 80% początkowej liczebności. Nieobecność dolomitu sprawiła, że jej przeżywalność wyniosła zaledwie 14-19%. Jej korzystny efekt główny wyniknął wyłącznie z jej działania razem z dolomitem.

Rycina 1 obrazuje zmiany, jakie zaszły w oddziaływaniu poszczególnych kombinacji nawozowych na wzrost sosny pomiędzy wiekiem uprawy 2 lata a wiekiem 9 lat. Nawożenie dolomitem w kombinacjach z olszą i Silvamixem nasiliło pozytywne oddziaływanie na wzrost sosny. Nawożenie samym tylko dolomitem, samym Silvamixem oraz kombinacja Silvamixu z olszą

Tabela 4.

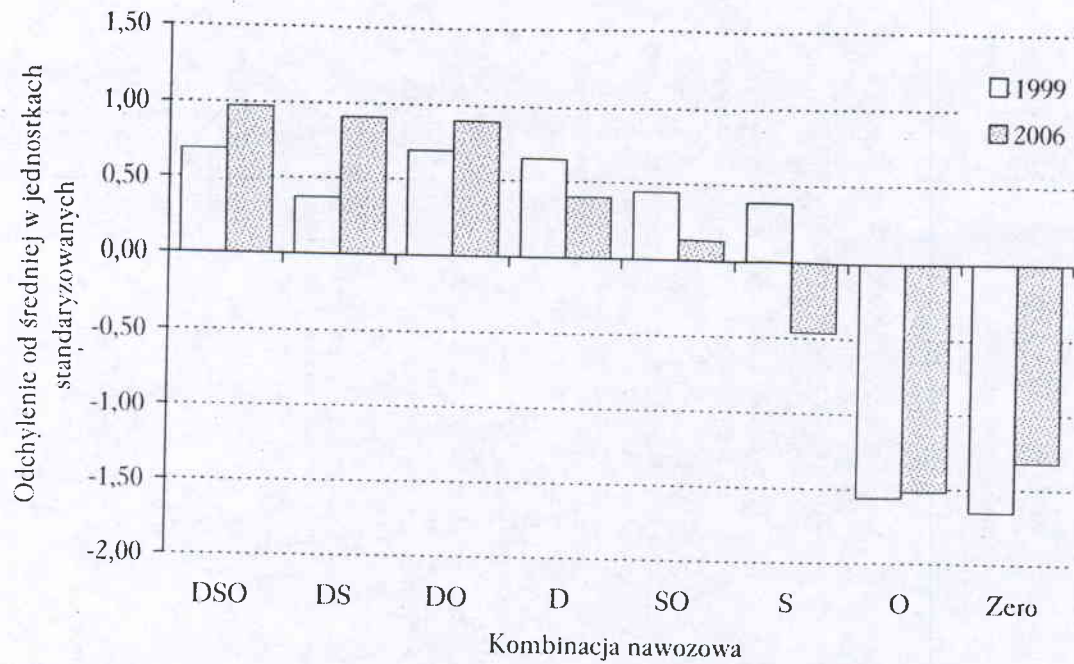
Tabela analizy wariancji wpływu rekultywacji na przeżycie sosen i olszy w 9-letniej uprawie (młodniku). Obliczenia wykonane po transformacji danych metodą Bliss'a

The table presenting the results of the analysis of variance of the effect of reclamation treatments on pine and alder survival in a 9-year-old culture (suplings). Calculations made after data transformation using the Bliss method

Źródło	Stopnie swobody (w nawiasie dla obiektów z olszą)	Sosna		Olsza	
		F	α	F	α
Bloki	3 (3)	0,823	0,4959	0,312	0,8165
Obiekty	7 (3)	8,192	0,0001***	27,421	0,0001***
W tym:					
Dolomit D	1 (1)	21,134	0,0002**	81,58	0,0000***
Silvamix S	1 (1)	10,702	0,0036**	0,005	0,9445
Olsza O	1	0,714	0,4075	x	x
D×S	1 (1)	11,709	0,0026**	0,678	0,4317
D×O	1	1,181	0,2895	x	x
S×O	1	6,655	0,0175*	x	x
D×S×O	1	5,246	0,0324*	x	x
Błąd	21 (9)	x	x	x	x
Ogółem	31 (15)	x	x	x	x

Objaśnienia: F – funkcja testowa; P – osiągnięty poziom istotności; * – poziom istotności $\alpha \leq 0,05$; ** – poziom istotności $\alpha \leq 0,01$; *** – poziom istotności $\alpha \leq 0,001$

Description: F – test; α – achieved significant level; * – significance level $\alpha \leq 0,05$; ** – significance level $\alpha \leq 0,01$; *** – significance level $\alpha \leq 0,001$



Ryc. 1.

Porównanie wpływu kombinacji nawozowych na wysokość 3-letnich i 10-letnich sosen odniesioną do średniej, w jednostkach odchylenia standardowego

Comparison of the effect of fertilizer combination on the height of 3-year and 10-year-old pines in relation to the mean, in the standard deviation units

zmniejszyło wpływ na wysokość. Oddziaływanie samego Silvamixu jest w 9-letnim młodniku już słabsze od przeciętnego dla doświadczenia. Obiekt zerowy oraz obiekt tylko z olszą są jedynie tłem dla pozostałych obiektów. Wysokość 10-letniej sosny wynosząca 83-95 cm i przeżywalność 33-62% oznaczają w praktyce przypadłą uprawę.

Dyskusja

Mucha i in. [1979] uważają, że nawożenie gleb zdegradowanych jest celowe z przyrodniczego i ekonomicznego punktu widzenia. Powinno ono obejmować zarówno nawożenie NPK jak i wapnowanie. Skutki nawożenia upraw NPK mogą po kilku latach zanikać [Biały, Czapiewski 1980; Biały 1983], co czyni ten zabieg niecelowy i nie może być uważane za rekultywację. Mogą też trwać wiele lat, podobnie jak wprowadzanie popiołów po węglu brunatnym, ilowanie (bentonitem) czy stosowanie podsypek torfowych [Mucha i in. 1979].

Otrzymane w doświadczeniu wyniki jednoznacznie wskazują, że bez rekultywacji omawianych gleb, ich efektywne zalesienie nie jest możliwe, i że takiego zalesienia nie należy podejmować. Podstawowym środkiem rekultywacji okazał się dolomit. Jego działanie jest długotrwałe, zatem nawożenie dolomitem jest melioracją siedliska. Działanie wieloskładnikowego nawozu mineralnego, nawet powoli (a zatem długotrwałe) działającego, jakim jest Silvamix, okazało się znacznie słabsze i zanikające w czasie. Działanie samego tylko dolomitu także słabło w latach 1999-2006. Tendencja do zwiększania i wydłużania się oddziaływania dolomitu w kombinacjach z Silvamixem i z olszą sugerują, że najważniejszym składnikiem Silvamixu może być azot. Efekt olszy okazał się pozytywny jedynie w kombinacjach z dolomitem, gdyż bez niego olsza nie mogła się utrzymać w składzie uprawy.

Istnieją dowody na pozytywne oddziaływanie olszy szarej, zwłaszcza na wzrost sosny zwyczajnej. Melioracyjne działanie olszy szarej związane jest z jej symbiozą z promieniowcami

rodzaju *Frankia* i redukcją cząsteczek N_2 . Przegląd opracowań naukowych z tego zakresu w warunkach Skandynawii daje praca Ryttera i Dietrichsona [1996]. W Polsce w zasadzie nie prowadzi się badań nad oddziaływaniem olszy szarej na siedliska leśne. Istnieją o tym wpływie wzmianki podręcznikowe [Strzelecki, Sobczak 1972; Baule, Fricker 1973; Krzyszkowski 1974], lecz nie są dostatecznie umotywowane. Olsza szara jest zalecana do zazieleniania takich obiektów jak wyeksploatowane piaskownie [Bugala, Kluczyński 1975] czy zwałowiska kopalniane, a więc grunty bezglebowe [Kluczyński 1981]. Zasady hodowli lasu [2003] wymieniają olszę w składzie upraw leśnych w odnowieniach i zalesieniach terenów pod ujemnym wpływem przemysłowych zanieczyszczeń powietrza.

W warunkach ubogich gleb Puszczy Noteckiej zauważalny wpływ olszy szarej na wzrost sosny zwyczajnej osiągnięto dopiero przy jej udziale wynoszącym 50% [Barzdajn i in. 2003]. Proces wzbogacania ubogich gleb leśnych w azot dostarczany przez olszę można nasilić przez wapnowanie [Huss-Danell 1986], czego dowiodły także wyniki opisywanego doświadczenia.

Wnioski

- ✦ Przynajmniej części zdegradowanych gleb popolygonowych w Nadleśnictwie Chocianów nie można skutecznie zalesić bez rekultywacji siedliska.
- ✦ W opisanym doświadczeniu podstawowym środkiem melioracji był dolomit w dawce 2000 kg/ha.
- ✦ Działanie dolomitu wzmocniono przez jednoczesne zastosowanie nawożenia Silvamixem i wprowadzenie do uprawy olszy szarej.
- ✦ Działanie samego nawozu Silvamix, jakkolwiek skuteczne w porównaniu z obiektem kontrolnym, jest słabsze od działania dolomitu.
- ✦ Kompleksowa rekultywacja przez jednoczesne zastosowanie wszystkich trzech zastosowanych środków jest bardzo skuteczna i trwała, a jej działanie do wieku uprawy (młodnika) wynoszącego 9 lat wciąż nasilało się, podobnie jak zastosowanie dolomitu z Silvamixem i dolomitu z olszą.
- ✦ W warunkach skrajnie ubogich i kwaśnych gleb, melioracyjne działanie olszy szarej można osiągnąć dopiero przy jej 50% udziale w składzie uprawy i po zwapnowaniu gleby. W opisanym badaniach skuteczne było wapnowanie dolomitem. Bez korekty siedliska dla potrzeb olszy jej wprowadzenie nie ma sensu.
- ✦ Ze względu na wysokie koszty zakupu specjalistycznych nawozów powoli działających, na omawianych terenach można rekomendować do szerokiego stosowania nawożenie dolomitem z jednoczesnym wprowadzeniem olszy szarej. Zapewni to przynajmniej doprowadzenie uprawy do fazy rozwojowej młodnika.

Literatura

- Barzdajn W., Ceitel J., Zientarski J. 2003. Wzrost sosny zwyczajnej i olszy szarej w mieszanej uprawie na pożarzysku w Nadleśnictwie Potrzebowice. Sylwan 6: 47-51.
- Biały K. 1983. Wpływ nawożenia mineralnego na ugałczenie sosny pospolitej. Folia Forestalia Polonica Seria A. 25: 227-234.
- Biały K., Czapiewski S. 1980. Badania nad czasem oddziaływania nawożenia mineralnego na wzrost uprawy sosny pospolitej. Folia Forestalia Polonica Seria A. 24: 65-77.
- Baule H., Fricker C. 1973. Nawożenie drzew leśnych. Wyd. polskie II. PWRiL, Warszawa.
- Bugala W., Kluczyński B. 1975. Badanie przydatności wybranych gatunków drzew i krzewów do rekultywacji skarp piaskowni w Szczakowej. Arb. Kórn. 20: 345-373.
- Huss-Danell K. 1986. Growth and production of leaf litter nitrogen by *Alnus incana* in response to liming and fertilization on degenerated forest soil. Canadian Journal of Forest Research 16, 4: 847-853.

- Kluczyński B. 1981. Badanie przydatności drzew i krzewów do rekultywacji i zagospodarowania hałd posyderytowych w rejonie Częstochowy. Arb. Kórn. 26: 203-229.
- Krzyszkowski J. 1974. Melioracje agrotechniczne w leśnictwie. PWRiL, Warszawa.
- Mucha W., Sienkiewicz A., Szymańska S. 1979. Dotychczasowe efekty i perspektywy nawożenia w Puszczy Noteckiej. Sylwan 8: 39-48.
- Oktaba W. 1966. Elementy statystyki matematycznej i metodyka doświadczalnictwa. PWN Warszawa.
- Rytter L., Dietrichson J. 1996. Grey alder in forestry: a review. Norwegian Journal of Agricultural Sciences., Suppl. 24: 61-78.
- Strzelecki W., Sobczak R. 1972. Zalesianie nieużytków i gruntów trudnych do odnowienia. PWRiL, Warszawa.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.

SUMMARY

Effect of soil reclamation on afforestation of degraded areas in the Chocianów Forest District

Afforestation of former military grounds passed over to the Chocianów Forest District Administration for management require prior rehabilitation of soils. Degraded rusty and podzolic soils formed from loose sands, covered in c. 50% by *Calluna vulgaris* (L.) Hull, *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Politrychum commune* Hedv. and *Calamagrostis arindinacea* (L.) Roth. show extreme poverty of readily available forms of nutrients and high acidity. Therefore application of fertilizers and liming is necessary.

The experiment was established to compare the rehabilitating effect of three factors that may improve the degraded and very poor soils formed from loose sands: dolomite liming (2 t/ha), use of a multi-component fertilizer with delayed action (Silvamix W) – 480 kg/ha and introduction of an admixture *Alnus incana* Moench. in the *Pinus sylvestris* plantation. The rehabilitating effect on pine growth was observed in the second year after the treatment and plantation establishment. Observations were repeated 9 years later.

The condition of the plantation at the control site proves that the analysed soils should not be afforested without the carrying out of reclamation treatments. Dolomite liming was the basic treatment. The application of dolomite was more effective and persistent than of the Silvamix fertilizer. The rehabilitating effect of alder is effective only when used in combination with dolomite liming and is manifested in the interactions with this fertilizer otherwise alder disappears.

Application of dolomite and a temporary introduction of a 50% alder admixture in plantation composition in the discussed areas designated for afforestation are recommended to be used in practice.