

HALINA SMAL, SŁAWOMIR LIGĘZA, MARTA OLSZEWSKA

WPŁYW ZALESIENIA PIASZCZYSTYCH GLEB POROLNYCH NA JAKOŚĆ MATERII ORGANICZNEJ I SKŁAD CHEMICZNY ROZTWORU GLEBOWEGO

THE EFFECT OF AFFORESTATION OF SANDY POST-ARABLE SOILS ON THE QUALITY OF ORGANIC MATTER AND CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL SOLUTION

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, AR Lublin

Abstract: Post-arable, sandy soils (Cambic Arenosols) under 38, 54 and 70 years old pine forests were compared with neighbouring arable soils. Afforestation influenced both quantity and quality of organic matter in the humus horizon of the soils. These horizons most important features were: higher content of total Corg, lower percentage of carbon in NaOH (humus acids) and H₂SO₄ (C hydrolysing) fractions in relation to Corg, higher percentage of carbon in residue fraction and slightly lower C of humic to C of fulvic acids ratio than in compared horizon of the arable soils. Soil solution of the forest soils showed higher concentration of dissolved organic carbon (DOC) – especially in A horizon, higher electrical conductivity (EC), greater amounts of NH₄ and SO₄, in most cases higher concentrations of Mn, Fe, Zn and Cu than in related solution of the arable soils. No clear afforestation effect on the concentration of the other soil solution constituents was observed.

Słowa kluczowe: grunty porolne, zalesienia, materia organiczna, roztwór glebowy.

Key words: post-agricultural land, afforestation, organic matter, soil solution.

WSTĘP

Zalesienie gleb porolnych zmienia radykalnie sposób ich użytkowania. Wywołuje to zmiany pH, zmiany jakościowe i ilościowe materii organicznej, pojemności sorpcyjnej, zawartości i przemian azotu, właściwości wodnych, gęstości gleby i jej warunków oksydo-redukcyjnych, a także aktywności biologicznej [Brożek 1993; Maciaszek, Zwydak 1996a,b; Smal i in. 2003].

Można przypuszczać, że zadrzewienie gleb porolnych spowoduje stopniowe przekształcenie się ich w gleby leśne. Nie wiadomo jednak dokładnie, jak szybko te zmiany zachodzą, zanim ekosystem ustabilizuje się i czy przebiegają one przez cały czas w takim samym tempie i kierunku oraz jaki wpływ wywierają na nie różne gatunki drzew. Nie są dokładnie poznane procesy przemian, zwłaszcza jakościowych, materii organicznej po zalesieniu gleb w miarę upływu czasu. Literatura krajowa wykazuje ponadto zupełny brak danych o zmianach w składzie roztworu glebowego zalesionych gleb porolnych. Znajomość chemii fazy ciekłej gleby jest bardzo ważna dla zrozumienia pedogenezy. Jest to bowiem faza ruchliwa, która odpowiada za transport w glebie rozpuszczonych składników, stąd kontroluje i różnicuje jej profil. Szczególnie ważny jest rozpuszczony węgiel organiczny. Składnik ten, tworząc związki kompleksowe z metalami, odgrywa kluczową rolę w krążeniu pierwiastków w ekosystemach [Wolt 1994].

Celem badań było określenie wpływu zalesienia sosną gleb lekkich porolnych na zmiany ich właściwości. Badano trzy profile gleb leśnych oraz dwa profile gleb ornych. W pracy Smal i in. [2003] analizowano zmiany podstawowych właściwości fizycznych i fizykochemicznych tych gleb, natomiast w niniejszym opracowaniu jakość materii organicznej oraz skład chemiczny roztworu glebowego.

TEREN I METODY BADAŃ

W badaniach porównywano gleby leśne porolne pod drzewostanem 38-, 54- i 70-letnim z sąsiadującymi z nimi glebami pola uprawnego. Stanowiska badań zlokalizowane były w miejscowości Siostrzytów, nadleśnictwo Świdnik, woj. Lubelskie. Gleby zaklasyfikowano do rzędu gleb bielicoziemnych, typu rdzawych, podtypu właściwych. Podstawowe właściwości gleb przedstawiono w tabeli 1.

Wszystkie punkty badawcze znajdowały się w niedalekiej odległości od siebie (w promieniu około 100 m). W bezpośrednim sąsiedztwie pola uprawnego nr 1 znajdował się las 38-letni (1a), do którego z kolei przylegał las 54-letni (1b). Druga porównywana para gleb znajdowała się w pobliżu gleb stanowiska nr 1 i obejmowała pole uprawne (2) i las 70-letni (2a). Typ siedliskowy lasu wszystkich stanowisk określony jest jako bór mieszany świeży, drzewostan sosnowy z niewielkim udziałem dębu.

Próbki gleb pobrano jesienią, gdy po zbiorach roślin uprawnych pole pozostawało jako ugór i nie było nawożone. Uniknięto w ten sposób bezpośredniego wpływu nawożenia i wegetacji roślin na skład roztworu glebowego. W wybranych, reprezentatywnych dla danego obszaru miejscach na polu i w lesie, wykonano odkrywki glebowe. Z każdego mineralnego poziomu genetycznego pobrano próbki gleby do metalowych cylindrów w celu oznaczenia pełnej pojemności wodnej. Materiał do pozostałych analiz (około 10 kg) pobierano z całej miąższości poziomów.

W powietrznie suchych próbkach gleb oznaczono skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, wilgotność przy pF 0,0 w komorach niskociśnieniowych na porowatych płytach ceramicznych, pH w KCl (1 mol · dm⁻³) metodą elektrometryczną. Całkowitą pojemność sorpcyjną obliczono jako sumę kwasowości hydrolitycznej (oznaczonej metodą Kappena) oraz zasadowych kationów wymiennych (ekstrahowanych roztworem CH₃COONH₄ o stężeniu 1 mol · dm⁻³ i pH 7,0).

Jakość materii organicznej w poziomach A i Bv gleb określono wydzielając następujące frakcje węgla (wg zmodyfikowanej metody Griffitha i Schnitzera [1975]): całkowity węgiel organiczny (Corg), węgiel frakcji rozpuszczalnej w NaOH o stężeniu 0,1 mol · dm⁻³ (kwasu humusowe, tj. huminowe i fulwowe, CKH+CKF), węgiel frakcji rozpuszczalnej w H₂SO₄ o stężeniu 0,5 mol · dm⁻³ (węgiel hydrolizujący, Ch) oraz węgiel pozostałości – humin (CH) obliczony z różnicy. W wyciągu alkalicznym, po zakwaszeniu do pH = 2,0 wytracono i oznaczono węgiel kwasów huminowych (CKH), natomiast z różnicy obliczono zawartość węgla frakcji kwasów fulwowych (CKF). Zawartość węgla we frakcjach oznaczono zmodyfikowaną metodą Tiurina [Ostrowska i in. 1991].

Roztwór glebowy wydzielono metodą odwirowania próbek inkubowanych przez 48 godz. o wilgotności równej pełnej pojemności wodnej (pF0,0). W wilgotnej glebie przed odwirowaniem oznaczono wartość pH, natomiast bezpośrednio po odwirowaniu mierzono przewodność elektryczną właściwą roztworu glebowego (EC). Próbkę roztworu do pozostałych analiz przesączone przez filtr membranowy o średnicy porów 0,45 μm.

W otrzymanych roztworach oznaczono całkowite stężenie składników chemicznych: rozpuszczony węgiel organiczny (DOC) z wykorzystaniem automatycznego analizatora węgla TOC 5050A (Shimadzu); Ca, K, Na metodą fotometrii płomieniowej; Mg, Mn,

TABELA 1. Podstawowe właściwości badanych gleb
TABLE 1. Basic properties of the studied soils

Poziom Horizon	Głębokość Depth [cm]	Grupa granulo- metryczna Texture	Zawartość wody Water content pF 0,0 [%w/w]	pH _{KCl}	T* CEC* [cmol(+) · kg ⁻¹]
1 – Pole uprawne – Arable field					
Ap	0-27	ps	23,8	3,99	3,72
Bv	27-52	ps	22,3	4,61	1,99
C	>52	pl	22,6	5,09	0,98
1a – Las 38-letni – Forest 38 -years -old					
O	0-5	n.o.**	n.o.	n.o.	n.o.
Ah	5-25	ps	34,0	3,50	5,48
Bv	25-51	pl	24,4	3,84	3,27
BvC	51-75	pl	24,9	3,97	2,18
C	>75	pl	23,8	4,30	1,45
1b – Las 54-letni – Forest 54 -years -old					
O	0-4	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
Ah	4-22	ps	41,7	3,30	7,58
Bv	22-51	pgmp	21,9	4,98	3,03
C	>51	pl	24,3	5,38	1,35
2 – Pole uprawne – Arable field					
Ap	0-24	pgl	27,3	3,54	4,06
Bv	24-48	ps	17,4	3,93	2,52
C	>48	pglp	17,2	4,68	1,60
2a – Las 70-letni – Forest 70-years-old					
O	0-5	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
Ah	5-25	ps	38,9	3,33	6,94
Bv	25-45	ps	25,2	3,92	2,69
C	>48	pl	22,4	3,99	2,25

* całkowita pojemność sorpcyjna – cation exchange capacity ;
** nie oznaczono – not determined

Fe, Zn, Cu metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej; azot amonowy metodą kolorymetryczną z odczynnikiem Nesslera; siarczany, chlorki, azotany oraz fosforany metodą chromatografii cieczowej.

Stężenie azotu amonowego, azotanowego, fosforanów i siarczanów w roztworze wyrażono odpowiednio jako stężenie jonów: NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} .

WYNIKI

Uzyskane wyniki wykazały, że w glebach zalesionych zawartość węgla organicznego w poziomie próchnicznym badanych gleb była 1,9, 2,9, 3,0 razy większa (odpowiednio pod drzewostanem 38-, 54- i 70-letnim) w porównaniu z jego zawartością w poziomie Ap gleb uprawnych (tab. 2). Nie zaobserwowano różnic zawartości Corg w głębszych poziomach profili glebowych.

Analiza składu frakcyjnego materii organicznej wykazała wpływ drzewostanów na jej jakość w poziomach próchnicznych gleb leśnych porolnych. Zawartość węgla frakcji kwasów humusowych (CKH + CKF) w poziomach Ah gleb zalesionych stanowiła około czterdzieści do czterdzieści kilka procent ogólnej zawartości Corg i była niższa niż w poziomach Ap gleb ornych (60–65% Corg). Również procentowy udział węgla frakcji kwasów huminowych i węgla kwasów fulwowych w stosunku do Corg był mniejszy w glebach leśnych w porównaniu z uprawnymi.

Wśród wydzielonych frakcji materii organicznej najmniejszą część całkowitej zawartości Corg (<10%) stanowiła frakcja węgla hydrolizującego. Ponadto, podobnie do kwasów humusowych, udział węgla tej frakcji (%Corg) w poziomach Ah gleb leśnych był niższy niż w poziomach Ap gleb ornych. W odniesieniu do frakcji pozostałości stwierdzono prawidłowości odwrotne. Udział węgla humin w poziomach Ah glebach leśnych był znacznie wyższy (czterdzieści kilka do pięćdziesiąt kilka procent) niż w poziomach Ap gleb uprawnych (dwadzieścia do trzydzieści kilka procent).

Ogólnie materia organiczna poziomów próchnicznych gleb leśnych charakteryzowała się dużo niższym stopniem humifikacji (ok. 50%) w porównaniu z odpowiednimi poziomami gleb ornych (ok. 70%) oraz nieco niższą wartością stosunku $C_{\text{KH}} : C_{\text{KF}}$.

Analiza roztworu glebowego wykazała, że przerwanie uprawy i zadrzewienie pól wpłynęło na jego skład chemiczny (tab. 3). Stwierdzono wyższe stężenia rozpuszczonego węgla organicznego (DOC) w tej fazie gleby, we wszystkich poziomach (z wyjątkiem jednego) w porównaniu z odpowiednimi roztworami gleb ornych. Dotyczyło to w szczególności poziomu próchnicznego, gdzie stężenie DOC w roztworze było 3,1-, 4,1- i 3,9-krotnie wyższe (odpowiednio dla lasu 38-, 54- i 70-letniego) w porównaniu z odpowiednim roztworem gleby uprawnej. Różnice te były więc większe niż w przypadku C organicznego w tych poziomach gleb.

Roztwory glebowe gleb leśnych (z wyjątkiem roztworu poziomu Bv lasu 70-letniego) miały większą przewodność elektryczną właściwą w porównaniu z roztworami odpowiednich poziomów gleb ornych.

TABELA 2. Całkowita zawartość Corg w glebie oraz zawartość węgla we frakcjach w $g \cdot kg^{-1}$ oraz w % Corg
 TABLE 2. Total organic carbon and carbon of fractions content in $g \cdot kg^{-1}$ and in % of Corg

Poziom Hori- zon	Corg.		Fracja NaOH NaOH fraction CKH+CKF		Kwasy huminowe Humic acids CKH		Kwasy fulwowe Fulvic acids CKF		Fracja H_2SO_4 H_2SO_4 fraction Ch		Pozostałość Residue CH		CKH: CKF*	Stopień humifi- kacji** [% Corg]
	$[g \cdot kg^{-1}]$		$[g \cdot kg^{-1}]$	[% Corg]	$[g \cdot kg^{-1}]$	[% Corg]	$[g \cdot kg^{-1}]$	[% Corg]	$[g \cdot kg^{-1}]$	[% Corg]	$[g \cdot kg^{-1}]$	[% Corg]		
1 – Pole uprawne – Arable field														
Ap	5,8	3,8	65,5	2,0	34,5	1,8	31,0	0,5	8,6	1,5	25,9	1,1	74,1	
Bv	1,7	1,1	64,7	0,6	35,3	0,5	29,4	0,2	11,8	0,4	23,5	1,2	76,5	
1a – Las 38-letni – Forest 38-years -old														
Ah	11,0	4,5	40,9	2,2	20,0	2,3	20,9	0,6	5,5	5,9	53,6	1,0	46,4	
Bv	2,0	1,2	60,0	0,8	40,0	0,4	20,0	0,3	15,0	0,5	25,0	2,0	75,0	
1b – Las 54-letni – Forest 54 -years -old														
Ah	16,7	7,8	46,7	3,8	22,8	4,0	24,0	1,2	7,2	7,7	46,1	1,0	53,9	
	2,8	1,4	50,0	0,9	32,1	0,5	17,9	0,3	10,7	1,1	39,3	1,8	60,7	
2 – Pole uprawne – Arable field														
Ap	5,6	3,3	58,9	1,7	30,4	1,6	28,6	0,5	8,9	1,8	32,1	1,1	67,8	
Bv	1,9	1,0	52,6	0,5	26,3	0,5	26,3	0,2	10,5	0,7	36,8	1,0	63,1	
2a – Las 70-letni – Forest 70 -years -old														
Ah	16,9	7,0	41,4	3,3	19,5	3,7	21,9	0,6	3,6	9,3	55,0	0,9	45,0	
Bv	2,3	1,4	60,9	0,7	30,4	0,7	30,4	0,1	4,3	0,8	34,8	1,0	65,2	

* stosunek węgla kwasów huminowych do węgla kwasów fulwowych – C of humic to C of fulvic acids ratio;

** suma udziału C frakcji NaOH i C frakcji H_2SO_4 (w % Corg) – humification degree as a sum of C in NaOH and C in H_2SO_4 fractions (in % Corg)

TABELA 3. Przewodność elektryczna właściwa (EC), pH oraz całkowite stężenie składników chemicznych w roztworze glebowym
 TABLE 3. Electrical conductivity (EC), pH and total concentration of chemical constituents in the soil solution

	Poziom Hori- zon	EC [dS · m ⁻¹]	pH	DOC*	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	SO ₄	Cl	NO ₃	PO ₄	Mn	Fe	Zn	Cu
				[mmol · dm ⁻³]										[μmol · dm ⁻³]			
1 Pole Field	Ap	0,157	5,12	3,66	0,19	0,06	0,20	0,14	0,19	0,06	0,05	0,067	0,024	3,64	6,03	4,61	1,01
	Bv	0,190	5,37	2,55	0,22	0,06	0,18	0,13	0,08	0,03	0,05	0,218	0,076	0,40	3,80	1,51	1,01
	C	0,127	5,23	1,26	0,30	0,11	0,20	0,19	0,06	0,05	1,55	0,083	0,058	śl**	2,68	1,93	0,81
1a Las 38 l Forest 38 y	Ah	0,280	4,26	11,22	0,31	0,18	0,45	0,07	0,24	0,25	0,13	0,060	0,045	53,74	23,91	10,87	2,23
	Bv	0,229	4,12	2,81	0,30	0,12	0,25	0,05	0,30	0,26	0,06	0,031	0,021	16,57	6,03	5,64	1,83
	BvC	0,186	4,60	2,01	0,18	0,06	0,21	0,02	0,44	0,19	0,05	0,013	0,024	5,66	3,80	3,72	0,81
	C	0,168	5,19	1,3	0,22	0,07	0,48	0,04	0,09	0,30	0,09	0,005	0,022	0,81	2,68	2,20	0,61
1b Las 54 l Forest 54 y	Ah	0,317	4,30	15,77	0,37	0,22	0,44	0,10	0,62	0,19	0,10	0,225	0,027	23,44	23,91	15,14	5,89
	Bv	0,355	5,32	2,50	0,88	0,21	0,26	0,21	0,60	0,13	0,75	0,517	0,013	1,21	2,68	1,03	1,01
	C	0,130	6,08	1,09	0,19	0,05	0,11	0,01	0,05	0,08	0,05	0,052	0,044	0,40	śl	śl	0,61
2 Pole Field	Ap	0,103	4,41	3,88	0,09	0,03	0,26	0,21	0,26	0,18	0,09	0,080	0,051	11,7	6,03	4,96	1,22
	Bv	0,108	4,82	0,89	0,16	0,06	0,15	0,13	0,16	0,14	0,05	0,322	0,031	24,4	1,34	4,54	1,01
	C	0,083	5,85	1,01	0,14	0,05	0,14	0,04	0,11	0,06	0,04	0,339	0,004	40,40	śl	0,21	0,61
2a Las 70 l Forest 70y	Ah	0,175	4,06	15,04	0,38	0,04	0,28	0,06	0,54	0,28	0,12	0,368	0,023	46,47	14,97	12,87	3,04
	Bv	0,093	4,25	2,93	0,14	0,08	0,25	0,03	0,23	0,15	0,07	0,175	0,005	18,99	4,92	8,26	2,44
	C	0,114	4,05	2,89	0,18	0,04	0,26	0,03	0,21	0,30	0,07	0,061	0,002	13,33	3,80	10,74	1,62

* rozpuszczony węgiel organiczny – dissolved organic carbon, ** śl – stężenia śladowe – traces

Stwierdzono wyższe stężenie Ca, Mg, Na w roztworach poziomu Ah gleb leśnych niż Ap uprawnych, natomiast w poziomach głębszych nie zaobserwowano wyraźnych prawidłowości. W przypadku K roztwory wszystkich poziomów gleb leśnych wykazały niższe stężenia tego pierwiastka niż w glebach uprawnych.

Analiza form azotu wykazała, że w większości roztworów stężenie azotu amonowego było wyższe niż azotanowego. Porównanie gleb różnie użytkowanych wykazało ponadto większą koncentrację NH_4 w roztworach wszystkich poziomów gleb leśnych w porównaniu z odpowiednimi poziomami gleb uprawnych. W przypadku NO_3 nie stwierdzono jednoznacznych prawidłowości. Stężenie tego składnika w roztworach gleby lasu 38-letniego było niższe niż w odpowiadających im roztworach gleby uprawnej. W pozostałych glebach zależność taka wystąpiła w roztworach niektórych poziomów, natomiast w niektórych była odwrotna.

Stwierdzono większe stężenie jonów siarczanowych w roztworach gleb leśnych niż odpowiednich roztworach gleb ornyc (z wyjątkiem jednego przypadku). Nie zauważono natomiast jednoznacznych różnic w koncentracji jonów chlorkowych i fosforanowych między roztworami gleb różnie użytkowanych.

W roztworach glebowych gleb pod drzewostanami zaobserwowano większe stężenia Mn, a także Fe, Zn (z wyjątkiem roztworu z poziomu Bv lasu 1b) i Cu (z wyjątkiem dwóch przypadków) niż w odpowiednich roztworach gleb uprawnych.

DYSKUSJA

Badania wykazały, że w glebach leśnych porolnych po około 40 i więcej latach po zadrzewieniu, nastąpiło wyraźne wzbogacenie poziomu próchnicznego w materię organiczną w porównaniu z glebami ornymi, co przedyskutowano w pracy Smal i in. [2003]. Zaobserwowano również zmiany jakościowe materii organicznej tego poziomu. W poziomie Ah gleb leśnych stwierdzono niższy procentowy udział C frakcji kwasów humusowych w stosunku do całkowitej zawartości Corg., nieco niższą wartość stosunku $C_{\text{KH}} : C_{\text{KF}}$, a także wyraźnie większy udział węgla frakcji pozostałości (huminy) w porównaniu z odpowiednim poziomem Ap gleb ornyc. Sugeruje to, że w poziomie Ah procesy akumulacji materii organicznej przeważały nad procesami jej rozkładu i humifikacji. Mniejszy stopień zhumifikowania materii organicznej w glebach leśnych oraz niższa wartość stosunku $C_{\text{KH}} : C_{\text{KF}}$ wskazuje na przemiany materii organicznej prowadzące do powstania próchnicy charakterystycznej dla naturalnych siedlisk borowych. Cechuje się ona na ogół niższym stopniem humifikacji jak również węższym stosunkiem węgla kwasów huminowych do fulwowych niż gleb uprawnych [Skłodowski 1994, Turski 1988].

Stopień humifikacji materii organicznej w trzech badanych glebach leśnych kształtował się na zbliżonym poziomie, co pozwala przypuszczać, że stopień jej przetworzenia był podobny mimo różnic wieku drzewostanu.

Przeprowadzone badania wykazały wpływ zalesienia dawnych gleb uprawnych na skład chemiczny roztworu glebowego. Spowodowało ono przede wszystkim wzrost stężenia DOC w roztworach poziomu próchnicznego. Nastąpił on wskutek znacznego wzrostu zawartości materii organicznej w tym poziomie, a także powstania poziomu organicznego po zalesieniu gruntu. Poziom O jest ogromnym źródłem DOC w glebach

leśnych [Guggenberger, Zech 1993; Michalzik, Matzner 1999]. Stąd też wydaje się, że znacznie większe różnice stężenia DOC w roztworze glebowym poziomów Ah i Ap w porównaniu z różnicami w zawartości Corg w glebie tych poziomów można wyjaśnić dodatkowym dopływem DOC z poziomu organicznego.

Stwierdzone stężenia DOC w roztworach poziomu Ah gleb zalesionych (rzędu kilkunastu $\text{mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$) były porównywalne z danymi dla roztworów podobnych gleb pod lasami borowymi o ustabilizowanym ekosystemie [Smal 1999].

We wszystkich badanych glebach, stężenie DOC w roztworach glebowych spadało w głąb profilu, co jest znaną prawidłowością [Bergkvist 1987; Smal 1999]. Zauważono przy tym, że stężenie DOC w roztworach poziomów Bv było we wszystkich glebach zbliżone, podczas gdy w roztworach poziomów próchnicznych gleb leśnych było wielokrotnie większe niż w ornym. Wynikać to może stąd, że uruchomiony w poziomie O i A węgiel organiczny był w większości zatrzymywany w poziomie B gleby. Takie wyjaśnienie sugerują badania Guggenberga i Zecha [1993], Guggenberga i in. [1998] oraz modelowe doświadczenia Vance'a i Davida [1991]. Autorzy ci stwierdzili na podstawie badań polowych i laboratoryjnych gleb leśnych, że stężenie DOC po kontakcie roztworu glebowego z poziomem B obniżało się wielokrotnie. Działo się to głównie na skutek abiotycznych mechanizmów, tj. jego strącania oraz adsorpcji na tlenkach Fe i Al, które w poziomie B występują w dużych ilościach. Podobne obserwacje poczynili także inni autorzy [Berggren 1992; Zysset, Berggren 2001].

W przeprowadzonych badaniach wystąpiła prawidłowość wyższego stężenia Mn, Fe, Zn oraz Cu w roztworach gleb zalesionych w porównaniu z ornymi, szczególnie w poziomie próchnicznym. Świadczyć to może o tym, że po zalesieniu dawnych gleb uprawnych wzrosła mobilność tych pierwiastków, prawdopodobnie wskutek spadku pH gleby wywołanego zmianą użytkowania. Podobne zależności (wyższego stężenia pierwiastków śladowych w roztworach glebowych gleb leśnych niż uprawnych) obserwowane były w badaniach porównawczych gleb piaszczystych, jak i lessowych pod naturalnymi zespołami leśnymi oraz sąsiadujących z nimi gleb ornym [Smal i in. 1996; Smal 1999].

Uwolnienie do roztworu jonów żelaza, manganu oraz DOC – składników ważnych w genezie gleb bielicoziemnych może mieć wpływ na przebieg procesu glebotwórczego. Metale te, występujące w roztworach głównie w postaci kompleksów z kwasami próchnicznymi [Wolt 1994], będą przemieszczać się w głąb profilu glebowego i zatrzymywać się w poziomach wzbogacenia. W strefie klimatyczno-glebowej borealnej procesy bielicowania są procesami naturalnymi. Można przypuszczać, że zalesienie gleb rdzawych porolnych sosną może przyczynić się do uruchomienia i zintensyfikowania procesów bielicowania.

WNIOSKI

1. Około i ponad czterdziestoletnie użytkowanie leśne dawnych gleb uprawnych spowodowało zmiany ilościowe (wzbogacenie) i jakościowe materii organicznej w poziomie próchnicznym. Materia organiczna poziomu Ah gleb leśnych w porównaniu z poziomem Ap gleb uprawnych charakteryzowała się:

- mniejszym procentowym udziałem węgla frakcji kwasów humusowych w stosunku do Corg.,
 - mniejszym procentowym udziałem frakcji węgla hydrolizującego,
 - około dwa razy większym procentowym udziałem węgla frakcji pozostałości (humin),
 - nieco niższym stosunkiem C kwasów huminowych do C kwasów fulwowych.
2. Roztwory glebowe gleb leśnych w porównaniu z roztworami odpowiednich poziomów gleb orných wykazały:
- wyższe stężenia DOC, szczególnie w roztworach poziomów próchnicznych,
 - większą przewodność elektryczną właściwą roztworu większości poziomów,
 - w roztworach z poziomów Ah wyższe stężenia Ca, Mg, Na natomiast mniejsze K,
 - większe stężenia NH_4 , SO_4 , w roztworach wszystkich poziomów oraz niejednoznaczne różnice, jeśli chodzi o NO_3 , Cl i PO_4 ,
 - w roztworach zdecydowanej większości poziomów wyższe stężenia Mn, Fe, Zn i Cu.

LITERATURA

- BERGGREN D. 1992: Speciation and mobilization of aluminium and cadmium in podzols and cambisols of S. Sweden. *Water Air, and Soil Pollut.* **62**: 125–156.
- BERGKVIST BO. 1987: Soil solution chemistry and metal budgets of spruce forest ecosystems in S. Sweden. *Water, Air, and Soil Pollut.* **33**: 131–154.
- BROŻEK S. 1993: Przekształcanie górskich gleb porolnych przez olszą szarą. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozpr. habil.* 1–51.
- GRIFFITH S.M., SCHNITZER M. 1975: Analytical characteristics of humic and fulvic acids extracted from tropical volcanic soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* **39**: 861–867.
- GUGGENBERGER G., ZECH W. 1993: Dissolved organic carbon control in acid forest soils of the Fichtelgebirge (Germany) as revealed by distribution patterns and structural composition analyses. *Geoderma* **59**: 109–129.
- GUGGENBERGER G., KAISER K., ZECH W. 1998: Mobilization and immobilization of dissolved organic matter in forest soils. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* **161**: 401–408.
- MACIASZEK W., ZWYDAK M. 1996a: Przekształcanie górskich gleb porolnych przez przedplony sosnowe. cz. I. Przemiany morfologii profilu i właściwości fizycznych gleb. *Acta Agr. et Silv. Ser. Silv.* **34**: 67–79.
- MACIASZEK W., ZWYDAK M. 1996b: Przekształcanie górskich gleb porolnych przez przedplony sosnowe. cz. II. Przemiany właściwości chemicznych gleb. *Acta Agr. et Silv. Ser. Silv.* **34**: 79–92.
- MICHALZIK B., MATZNER E. 1999: Dynamics of dissolved organic nitrogen and carbon in a Central European Norway spruce ecosystem. *Eur. J. Soil Sci.* **50**: 579–590.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z. 1991: Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa: 89–93.
- SKŁODOWSKI P. 1994: Wpływ użytkowania gleb na akumulację i jakość związków próchnicznych. *Rocz. Glebozn.* **45**, 3/4: 77–84.
- SMAL H. 1999: Właściwości chemiczne roztworów glebowych gleb lekkich i ich zmiany pod wpływem zakwaszenia. Rozprawa habil. *Rozprawy Naukowe AR w Lublinie* (230): 1–108.
- SMAL H., LIGEŻA S., OLSZEWSKA M. 2003: Zmiany właściwości gleb lekkich porolnych pod wpływem zalesienia sosną (wstępne wyniki badań). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **493**: 491–498.
- SMAL H., MISZTAŁ M., MICHAŁEK S. 1996: Zawartość makro- i mikroelementów w roztworach glebowych w profilu gleby leśnej i uprawnej wytworzonej z lessu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **434**: 449–455.

- TURSKI R. 1988: Charakterystyka związków próchnicznych w glebach Polski. Monografie, Seria D, **212**, PWN, Warszawa: 1–69.
- WOLT J. D. 1994: Soil Solution Chemistry. Applications to environmental science and agriculture. John Wiley & Sons, Inc.: 337 ss.
- VANCE G. F., DAVID M. B. 1991: Forest soil response to acid and salt additions of sulfate. III. Solubilization and composition of dissolved organic carbon. *Soil Sci.* **151**: 297–305.
- ZYSSET M., BERGGREN D. 2001: Retention and release of dissolved organic matter in Podzol B horizons. *Eur. J. Soil Sci.* **52**: 409–421.

dr hab. Halina Smal prof. nadzw. AR
Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska AR
ul. Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin
e-mail: hsmal@consus.ar.lublin.pl