

KRYSTYNA KONECKA-BETLEY, ELŻBIETA JANOWSKA

WIEK I POCHODZENIE OSADÓW A NIEKTÓRE PROCESY GLEBOTWÓRCZE

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Opublikowane liczne prace z terenu Polski, dotyczące procesów rdzawienia i bielicowania w glebach współczesnych i kopalnych, obejmują osady piaszczyste na obszarach zlodowacenia środkowopolskiego i północnego – vistulianu, od późnego glacjału do najmłodszego holocenu.

Jest sprawą interesującą jak te same procesy kształtowały i kształtują gleby w Szwecji Środkowej w masywie Åreskutan. Czy procesy bielicowania i rdzawienia w Szwecji i Polsce należy wiązać z późnym glacjałem, czy głównie z holocenem, biorąc pod uwagę różnice klimatyczne oraz inne pochodzenie skał macierzystych gleb?

W pracy przedstawiono niektóre cechy chemiczne gleb środkowej i północnej Polski oraz środkowej Szwecji* [Kowalkowski 1995]. Powstało bowiem pytanie, kiedy tworzyła się aktualna pokrywa glebowa na badanym obszarze oraz czy o przebiegu pedogenezy decyduje w większym stopniu pochodzenie skały, czy też klimat i związana z nim roślinność.

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Badania prowadzono w profilach następujących gleb:

– rdzawa i bielicowo-rdzawa wytworzone ze starych zwietrzelin lodowcowych granito-gnejsów gór środkowej Szwecji (Åre), typ siedliskowy lasu – tajga świerkowa, wys. 740 m n.p.m., dług. geogr. 13°15', szer. geogr. 63°24', średnia roczna suma opadów około 1000 mm [Kowalkowski 1995];

– bielicowo-rdzawa wytworzona z piasku fluwioglacjalnego najmłodszego vistulianu z Puszczy Białej (Łodziska), typ siedliskowy lasu – bór świeży, wys. 200 m n.p.m., dług. geogr. 21°40', szer. geogr. 52°70', średnia roczna suma opadów około 650 mm [Kuźnicki i in. 1978];

– bielica wytworzona z piasku wydmowego w Kampinoskim Parku Narodowym (Piaszczyste Góry), typ siedliskowy lasu – bór świeży, dług. geogr. 20°34',

*Autorki dziękują serdecznie Prof. dr habil. A. Kowalkowskiemu za udostępnienie do badań próbek glebowych ze środkowej Szwecji.

szer. geogr. 52°22', wys. 93 m n.p.m., średnia roczna suma opadów około 500 mm;

– rózawa właściwa wytworzona z piasku fluwioglacjalnego z obszaru zlodowacenia środkowopolskiego z nadleśnictwa Rogów (uroczysko Głuchów), typ siedliskowy lasu - las mieszany, wys. 220 m n.p.m., dług. geogr. 20°06', szer. geogr. 51°46', średnia roczna suma opadów ponad 500 mm.

Próbki do analiz pobrano z podstawowych poziomów genetycznych wszystkich badanych gleb pomijając poziomy organiczne w glebach profilów z Are.

Analizy wykonano następującymi metodami:

– uziarnienie gleb – metodą sitową i areometryczną Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego,

– odczyn – metodą potencjometryczną z zastosowaniem elektrody szklanej,

– węgiel organiczny – metodą Tiurina,

– makro- i mikroskładniki – w wyciągu 20% HCl, metodą ASA, glin – metodą ICP,

– tlenki żelaza w wyciągach Mehra-Jacksona,

– żelazo, glin i węgiel związane w kompleksach próchnicy z półoratlenkami w wyciągu 0,1 M pirofosforanu sodu.

WYNIKI

Skład granulometryczny (tab. 1) wskazuje, że w profilach 13 i 51 wytworzonych z piasków fluwioglacjalnych oraz w profilach 6 i 7 wytworzonych ze zwietrzelin granito-gnejsów dominuje frakcja piasku drobnego (0,25–0,1 mm), natomiast w profilu 9 wytworzonym z piasku eolicznego – frakcja piasku średniego (0,5–0,25 mm). Biorąc pod uwagę ilość piasku ogółem (1–0,1 mm) można badane gleby uszeregować pod względem jego zawartości następująco: profil 9, następnie profile 13, 51, 6 i 7. Frakcji pyłu (0,1–0,02 mm) występuje najwięcej w profilach 6 i 7 oraz nieco mniej w profilach 51 i 13. Podobnie układa się zawartość części spławialnych. Ilość części koloidalnych jest bardzo mała i nie przekracza na ogół 5%.

Odczyn badanych gleb (tab. 2) jest kwaśny lub słabo kwaśny, pH w KCl jest najniższe w poziomach wierzchnich i wzrasta nieco ku spągowi profilu. Rozpatrując odczyn w nawiązaniu do szerokości i długości geograficznej widać, że gleby najmlodsze Szwecji zachowały jeszcze nieco wyższe pH w porównaniu do gleb na obszarze zlodowacenia środkowopolskiego. Zawartość węgla organicznego, pomijając poziom O, jest typowa dla gleb rdzawych i biellicowo-rdzawych i zmniejsza się wraz z głębokością profilu. Tylko w bielicy węgiel z poziomów OhA i Ees przemieścił się w dużych ilościach do poziomu Bh.

Ilości tlenków żelaza rozpuszczalnego w 20% HCl (tab. 2) są niższe w bielicy, nieco wyższe w glebie biellicowo-rdzawej i rdzawej właściwej wytworzonych z piasków fluwioglacjalnych oraz najwyższe w glebach rdzawych właściwych i biellicowo-rdzawych wytworzonych ze zwietrzelin granito-gnejsów. Zawartość żelaza wolnego układa się podobnie jak żelaza rozpuszczalnego w 20% HCl. Żelaza wolnego jest wielokrotnie więcej w zwietrzelinach granito-gnejsów niż w piaskach wdmowych czy fluwioglacjalnych. W glebach wytworzonych z piasków fluwioglacjalnych i zwietrzelin granito-gnejsów największe ilości żelaza wolnego występują w poziomach Bv i BvBhf e i zmniejszają się w głąb profilu.

TABELA 1. Skład granulometryczny – TABLE 1. Granulometric composition

Głębokość Depth [cm]	Procentowa zawartość frakcji [mm] – Percentage grain size composition [mm]											
	>1	1–0,5	0,5 –0,25	0,25 –0,1	0,1 –0,05	0,05 –0,02	0,02 – 0,005	0,005 – 0,002	<0,002	ogółem – total		
									1–0,1	0,1– 0,02	<0,02	
Åre profil 6												
5–10	n.o	9,2	17,5	35,3	19	9	7	1	2	62	28	10
10–20	n.o.	12,7	22,0	39,2	14	3	6	0	3	74	17	9
40–50	n.o.	8,4	12,6	52,0	14	7	4	0	2	73	21	6
>50	n.o.	8,0	11,6	34,4	19	13	8	3	3	54	32	14
Åre profil 7												
5–10	n.o	12,7	15,5	27,8	9	11	12	6	6	56	20	24
20–30	n.o.	12,8	18,0	38,2	5	10	9	4	3	69	15	16
40–50	n.o.	10,5	9,2	24,3	7	11	15	11	12	44	18	38
Łodziska profil 13												
4–7	0,0	0,2	25,0	52,8	11	2	5	1	3	78	13	9
7–20	0,0	0,2	23,2	57,6	12	1	3	1	2	81	13	6
32–65	0,2	0,5	24,2	59,3	11	0	0	1	4	84	11	5
105–110	0,0	0,5	13,2	67,3	14	0	0	1	4	81	14	5
155–165	0,0	0,2	20,5	63,3	11	0	0	0	5	84	11	5
Piaszczyste Góry oddz. 32 profil 9												
9–15	0,1	0,7	70,0	26,3	0	1	1	0	1	97	1	2
15–25	0,2	4,2	68,0	17,8	0	2	4	2	2	90	2	8
35–45	0,2	2,5	75,4	6,1	4	1	1	3	7	84	5	11
60–70	0,2	4,1	73,2	11,7	1	2	1	2	5	89	3	8
90–100	0,2	3,2	49,8	29,0	4	5	2	2	5	82	9	9
150–160	0,2	4,0	71,2	21,8	0	2	0	0	1	97	2	1
Głuchów oddz. 224 profil 51												
14–10	0,0	0,3	7,7	58,0	13	8	7	2	4	66	21	13
10–30	0,0	0,5	8,7	58,8	8	11	6	3	4	68	19	13
30–70	0,0	0,3	8,7	63,0	11	8	3	1	5	72	19	9
70–120	0,4	0,6	12,0	67,4	8	5	2	1	4	80	13	7
120–170	12,8	4,0	20,0	55,0	12	4	1	1	3	79	16	5
170–180	6,1	9,7	29,0	46,3	5	5	2	0	3	85	10	5

Najwięcej obu form żelaza stwierdzono w glebach Szwecji. Składnik ten jest uruchomiony, ale słabo lub w ogóle nie przemieszczany. Natomiast w bielicy w poziomach AOh czy Ees obu form żelaza jest znacznie mniej, ponieważ Fe zostało przemieszczone do poziomów Bh i Bhfe. Zawartość glinu (rozpuszczalnego w 20% HCl) i jego rozmieszczenie w profilach badanych gleb świadczy o uruchomieniu tego składnika i niekiedy o pewnym jego przemieszczaniu w głąb profilu. Proces ten jest wyraźniejszy w glebach piaszczystych, natomiast nie zaznacza się w glebach wytworzonych z granito-gnejsów.

Najmniejsze, a niekiedy śladowe ilości Ca, Mg, K i Na (tab. 3) rozpuszczalnych w 20% HCl stwierdzono w glebie wytworzonej z piasku wydmorego, nieco większe, ale też małe, w glebach wytworzonych z piasków fluwiogłacjalnych, a największe w glebach wytworzonych z granito-gnejsów położonych najbardziej

TABELA 2. Niektóre właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb
TABLE 2. Some physico-chemical and chemical properties of soils

Miejsce Locality Profil Profile	Skała macierzysta Parent rock	Głębokość Depth [cm]	Poziom genet. Genetic horizon	pH		C	Wyciągi w 20% HCl Extracts in HCl		Wyciągi Jacksona Extracts Fe _d
				H ₂ O	KCl		Al	Fe	
Åre profil 6	zwietrzelnina granito- -gnejsów	5–10	AE	4,30	3,35	1,50	0,55	0,17	0,08
		10–20	BvBhfe	5,01	4,59	1,29	3,76	2,20	1,48
		40–50	Bv	4,70	4,60	0,83	2,82	3,14	2,06
		> 50	C	4,76	4,41	0,60	1,45	1,64	1,06
Åre profil 7	waste of gneiss	5–10	ABv1	4,74	4,22	2,95	1,65	2,82	1,26
		20–30	Bv2	5,90	5,48	1,41	1,90	2,04	1,96
		40–50	Cg	6,42	5,73	0,54	2,40	2,72	1,01
Łódziska profil 13	piaski fluwio- glacialne fluwio- glacial sands	0–4	O	n.o	n.o.	n.o	0,32	0,71	n.o.
		4–7	AEes	3,9	3,2	27,61	0,27	0,35	0,08
		7–20	BvBhfe	4,7	4,5	4,20	1,70	0,50	0,22
		32–65	Bv	5,2	4,7	0,60	0,33	0,36	0,13
		105–110	C	5,4	4,8	n.o.	0,25	0,21	0,04
155–165	C	5,3	4,8	n.o.	0,29	0,35	0,06		
Piaszczy ste Góry oddz. 32 profil 9	piaski eoliczne eolian sands	0–9	O	3,62	3,48	34,96	n. o	0,37	0,77
		9–15	AOh	3,12	2,41	8,31	–	0,12	0,06
		15–25	Ees	3,40	2,73	0,63	–	0,03	0,02
		35–45	Bh	3,54	3,30	2,84	–	0,11	0,05
		60–70	Bh,fe	3,86	3,81	0,46	–	0,14	0,07
90–100	Cgg	4,67	4,32	n.o.	–	0,06	0,05		
150–160	Cgg	4,65	4,39	n.o.	–	0,07	0,03		
Głuchów oddz. 224 profil 51	piaski fluwio- glacialne fluwio- glacial sands	0–4	O	4,38	3,45	18,92	0,26	0,21	n.o.
		4–10	A	3,50	2,90	2,85	0,41	0,33	0,17
		10–30	Bv1	4,20	3,90	0,45	0,67	0,45	0,28
		30–70	Bv2	4,20	3,80	0,11	0,45	0,43	0,22
		70–120	C	4,70	3,70	n. o.	0,44	0,45	0,19
		120–170	IIC	5,10	4,10	n. o.	0,48	0,45	0,16
170–180	IIIC	5,00	3,90	n. o.	0,35	0,38	0,18		

na północy, z dużą ilością magnezu. Oznaczone mikroskładniki dominują w glebach wytworzonych z granito-gnejsów w całym profilu. Największe ilości Mn i Zn występują w skale macierzystej w obu badanych profilach, zastanawia także duża zawartość Cr i Ni. W glebach wytworzonych z piasków fluwio-glacialnych i wydmych na obszarze Polski zawartość mikroskładników – choć bardzo mała w porównaniu z glebami Szwecji – jest największa w poziomach O i A.

Analiza niektórych gleb 0,1 M pirofosforanem sodu pozwala na określenie zawartości organicznych połączeń żelaza i glinu w formie związków kompleksowych (tab. 4). Zawartość węgla w związkach z półtoratlenkami i jego rozmieszczenie koreluje na ogół z ogólną zawartością węgla. W poziomach genetycznych gleb z obszaru Polski tej formy węgla jest najwięcej w poziomach A, OhA, gdzie ilość węgla ogółem waha się od 30,9 do 43,5%. Zawartość Cp w poziomach głębszych (BvBhfe) gleby bielcowo-rdzawej i w poziomach Bv - sideric gleby

TABELA 3. Zawartość makro- i mikrośladników w wyciągu 20% HCl
 TABLE 3. Content of macro- and microelements in extracts 20% HCl

Miejsce Locality Profil Profile	Głębokość Depth [cm]	Ca	Mg	K	Na	Mn	Cu	Zn	Pb	Ni	Cr
		[%]				[mg/kg]					
Åre profil 6	5–10	0,03	0,03	0,02	0,01	42,0	2,4	8,2	śl.	śl	8,0
	10–20	0,22	0,80	0,03	0,05	562,0	21,2	39,6	16,0	34,0	60,0
	40–50	0,15	0,62	0,03	0,02	360,0	17,4	47,6	14,0	34,0	92,0
	>50	0,12	0,16	0,04	0,02	862,0	6,8	54,2	n.o.	n.o.	44,0
Åre prof. 7	5–10	0,11	0,30	0,08	0,02	216,0	24,0	46,0	18,0	22,0	40,0
	20–30	0,14	0,33	0,08	0,03	312,0	35,6	40,8	20,0	34,0	44,0
	40–50	0,20	0,61	0,20	0,03	554,0	41,2	54,0	śl.	42,0	46,0
Łodzi- ska profil 13	0–4	0,08	0,050	0,09	0,020						
	4–7	śl.	0,005	0,04	0,005						
	7–20	0,09	0,007	0,03	0,004						
	32–65	0,003	0,007	0,05	0,005	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
	105–110	0,002	0,005	0,05	0,003						
155–165	0,005	0,008	0,07	0,003							
Piasz- czyste Góry oddz. 32 profil 9	0–9	0,12	0,02	0,05	0,01	62,8	13,2	70,0	60,0	n.o.	n.o.
	9–15	0,12	0,01	0,01	śl.	7,0	3,6	15,4	12,0	–	–
	15–25	śl.	śl.	0,01	śl.	1,6	2,4	6,2	12,0	–	–
	35–45	śl.	0,01	0,01	0,01	5,6	2,6	10,0	12,0	–	–
	60–70	śl.	0,01	0,02	śl.	7,2	2,6	4,6	12,0	–	–
90–100	śl.	śl.	0,01	śl.	3,2	3,8	3,2	12,0	–	–	
150–160	śl.	śl.	0,01	śl.	2,0	3,4	4,0	12,0	–	–	
Głu- chów oddz. 224 profil 51	0–4	0,14	n.o.	0,07	0,01	126,0	13,0	42,0	56,0	n.o.	30
	4–10	0,01	0,02	0,04	0,01	20,0	23,0	9,0	29,0	–	16
	10–30	0,02	0,03	0,05	0,01	24,0	22,0	9,0	14,0	–	14
	30–70	0,01	0,03	0,06	0,09	21,0	38,0	8,0	12,0	–	15
	70–120	0,02	0,05	0,11	0,08	38,0	38,0	7,0	9,0	–	18
	120–170	0,02	0,05	0,11	0,07	64,0	45,0	7,0	9,0	–	15
170–180	0,02	0,03	0,08	0,05	58,0	38,0	6,0	10,0	–	14	

rdzawej jest znacznie niższa i maleje idąc do spągu profilu. Procentowy udział węgla Cp w stosunku do C-ogółem jest w poziomach sideric gleby rdzawej właściwej wyższy niż w poziomach próchnicznych. Natomiast w bielicy w poziomach Bh udział Cp w C ogółem stanowi tylko 8%. W glebach wytworzonych z granitobogów udział Cp w stosunku do C ogółem przekracza 50%. Jest to prawdopodobnie "młoda" materia organiczna w porównaniu z glebami z terenu Polski. W glebach rdzawych niezależnie od skały poziomy wierzchnie wykazują większy procentowy udział Al rozpuszczalnego w pirofosforanie sodu, natomiast w glebie bielicowo-rdzawej wytworzonej z granito-gnejsu stosunki te układają się odwrotnie – w poziomie AE procentowy udział Alp wynosi około 2%. Zawartość amorficznych związków glinu jest prawie we wszystkich glebach większa niż żelaza, tylko w glebie rdzawej z Åre ilość Alp jest nieco mniejsza w porównaniu z żelazem.

TABELA 4. Zawartość C, Al i Fe w wyciągach 0,1 M pirofosforanu sodu
 TABLE 4. Content of C, Al, Fe in extracts of 0,1 M sodium pyrophosphate

Miejsce Locality Profil Profile	Głębokość Depth [cm]	Poziom genet. Genetic horizon	Typ gleby Soil type	Wyciąg pirofosforanowy Sodium pyrophosphate extract			Stosunki molowe Molar ratios Cp / (Alp+ Fep)	Cp + Alp + Fep	(Fep/Fed) × 100
				Cp	Alp	Fep			
				[%]			[%]		
Åre profil 6	5–10	AE	bielicowo-	0,17	0,01	0,03	14,99	0,21	–
	10–20	BvBhfe	-rdzawa	0,69	0,28	0,14	4,46	1,11	9,4
	40–50	Bv	podzolized rusty soil	0,52	0,28	0,26	2,87	1,04	12,6
Åre profil 7	5–10	ABv1	rdzawa	1,52	0,32	1,39	3,43	3,23	–
	20–30	Bv2	właściwa	1,40	0,29	0,54	5,70	2,23	26,5
	40–50	Cg	proper rusty soil	0,54	0,07	0,09	10,69	0,70	–
Piaszczy- ste Góry oddz. 32 profil 9	9–15	AOh	bielica	2,57	0,29	0,01	19,58	2,87	–
	15–25	Ees	podsol	0,42	0,03	0,01	27,10	0,46	–
	35–45	Bh		0,23	0,10	0,03	4,5	0,36	60,0
Głuchów odz. 224 profil 51	4–10	A	rdzawa	1,24	0,09	0,11	19,50	1,44	–
	10–30	Bv1	właściwa	0,32	0,14	0,12	3,60	0,58	43,0
	30–70	Bv2	proper rusty soil	0,09	0,50	0,03	0,39	0,62	13,6

Profilowa zmienność rozmieszczenia Fep, czyli żelaza w kompleksach glino-wo-próchnicznych jest duża. Tej formy żelaza występuje najwięcej w poziomie Bv sideric w glebie wytworzonej z granito-gnejsów, ale już w glebie bielicowo-rdzawej wytworzonej z tej samej skały żelaza jest znacznie mniej. Procentowy udział Fep w ogólnej zawartości tego składnika kształtuje się w glebach rdzawych właściwych i bielicy powyżej 25% w poziomach Bv sideric i Bh spodic niezależnie od pochodzenia skały, natomiast w poziomach wierzchnich jest on bardzo różny ze względu na niejednakowo zachowane poziomy wierzchnie.

Wyniki uzyskane z analiz z wyciągiem pirofosforanu sodu dla poziomów A i głębszych różnicują badane gleby nie tylko w zależności od skały macierzystej, ale i od poziomów genetycznych.

DYSKUSJA

Analizowane w niniejszej pracy gleby powstały ze skał różnego pochodzenia geologicznego i znajdują się współcześnie w różnych strefach klimatyczno-roślinnych. Mimo że czas rozpoczęcia pedogenezy był na badanych obszarach różny, to jednak procesy glebowe kształtowały się podobnie. Ustąpienie lodowca nastąpiło najwcześniej na obszarze zlodowacenia środkowopolskiego [Różycki 1974], później na obszarze zlodowacenia najmłodszego (vistulianu), a najpóźniej w środkowej Szwecji.

Jak podają Kowalkowski [1995], Hinneri [1974] oraz Hinneri i in. [1975], lodowiec ustąpił z masywu Åreskutan około 6000 lat B.P. Procesy glebotwórcze w Polsce rozpoczęły się w glacie i były kontynuowane w późnym glacie i w holocenie. Gleby wytworzone ze starszych piasków fluwioglacjalnych przechodziły początkowo stadium rdzawienia już w późnym glacie, młodsze osady eoliczne i fluwioglacjalne w okresie preborealnym i borealnym, a procesy silnego bielnicowania zachodziły w okresie atlantyckim. Jeżeli nie zostały pogrzebane pod materiałem młodszym, występują do dziś współcześnie na powierzchni terenu [Konecka-Betley 1982; Czepińska-Kamińska 1986]. Potwierdzają to zarówno wskaźniki fizyko-chemiczne [Czepińska-Kamińska 1986; Bednarek 1991; Janowska 1994] i palinologiczne [Prusinkiewicz, Bednarek 1987; Kuźnicki i in. 1978a], jak i datowania ^{14}C z obszaru środkowej Polski [Konecka-Betley 1982; Manikowska 1985; Baraniecka, Konecka-Betley 1987; Manikowska, Bednarek 1994].

Substancja organiczna gleby rdzawej właściwej rezerwatu Granica w Puszczy Kampinoskiej została datowana ^{14}C na 8500 ± 150 lat BP, Gd 2991 [Konecka-Betley 1991] w Liszynie na 8750 ± 100 lat BP [Kamińska i in. 1986], a w Cięciwie 8770 ± 110 lat BP, Gd 2407 [Konecka-Betley 1991]. Manikowska [1985] dla poziomu A gleby rdzawej otrzymała datę radiowęglową 8720 ± 80 lat BP, Gd 6798. W naszej szerokości geograficznej procesy bielnicowania przebiegały intensywnie w okresie atlantyckim. Na przejściu do okresu subborealnego uległy już spowolnieniu. Dla poziomu torfu AT w bielicy żelazistej w Cięciwie data ^{14}C wynosi 6155 ± 270 lat BP, Łod. 31, a dla poziomu Bh spodniej tej gleby z przemieszczoną substancją organiczną – 7150 ± 35 lat BP, Łod 47 [Baraniecka, Konecka-Betley 1987]. Na wyżynie Łódzkiej Manikowska [1985] otrzymała daty radiowęglowe dla poziomu A bielicy 4725 ± 140 lat BP, Łod. 36, a dla poziomu Bh spodniej 5315 ± 150 lat BP, Łod. 44. Osady, z których wytworzyły się datowane gleby, są znacznie starsze od dat radiowęglowych substancji organicznej poziomów A.

W późnym glacie w klimacie chłodnym nie było warunków na całym badanym obszarze do powstania gleb dobrze wykształconych i rozwiniętych o budowie A-B-C. Powstały wtedy przede wszystkim gleby słabo wykształcone o budowie A-C, często jeszcze o odczynie obojętnym, niekiedy z widocznymi przekształceniami peryglacjalnymi. Późniejsza dekalcytacja tych utworów doprowadziła do powstania w zbiornikach wodnych kredy jeziornej [Konecka-Betley 1986; Goździk, Konecka-Betley 1992].

Na obszarze środkowej Szwecji procesy glebotwórcze związane z roślinnością tundry i tajgi rozpoczęły się dopiero od około 6000 lat B.P., a może nieco wcześniej [Kowalkowski 1995; Hinneri 1974; Hinneri i in. 1975]. Aktualne procesy bielnicowania w wyższych partiach masywu Åreskutan scharakteryzował Kowalkowski [1995]. Na obszarze tajgi tworzą się często mozaiki gleb rdzawych i bielicowych.

Generalnie trzeba przyjąć, że przedstawione w pracy gleby środkowej Szwecji są znacznie młodszymi glebami rdzawymi i bielicowo-rdzawymi w porównaniu z typem gleb rdzawych kopalnych i reliktowych występujących na obszarze środkowej i północnej Polski.

Charakterystykę gleb rdzawych, zwanych dawniej skrytobielicowymi [Konecka-Betley 1968], procesu rdzawienia i poziomu diagnostycznego sideric można znaleźć w wielu pracach [Kuźnicki i in. 1978a i b; Prusinkiewicz, Bednarek 1983, 1985, 1987; Konecka-Betley 1981, 1991; Janowska 1994; Bednarek 1988a i b; Manikowska 1985; Kowalkowski i in. 1981, 1985]. W naszej szerokości geograficznej są one glebami przewodnimi dla przełomu późnego plejstocenu i wczes-

nego holocenu [Kowalkowski i in. 1981, 1985] czy też dla wczesnego holocenu [Konecka-Betley 1982; Manikowska 1985], choć odmienne zdanie wyraża Bednarek [1991].

W środkowej Szwecji bielcowaniu mogły ulec gleby rdzawe w końcowej fazie okresu atlantyckiego, a może dopiero w okresie subatlantyckim. W wielu przypadkach pod zbiorowiskami tajgi spotyka się gleby bielcowo-rdzawe (np. profil 6).

Proces bielcowania na obszarze Polski, prowadzący do powstania odmiany bielicy żelazistych lub żelazisto-próchnicznych [Prusinkiewicz i in. 1981; Czępińska-Kamińska 1986; Kowalkowski 1987; Konecka-Betley 1982; Kuźnicki i in. 1973] zaznaczył się najintensywniej w glebach wytworzonych z piasków eolicznych w okresie atlantyckim, a nieco słabiej w glebach wytworzonych z piasków fluwioglacjalnych różnego wieku. W glebach górskich Polski wytworzonych z granitów spotyka się obecnie przede wszystkim gleby bielcowe i bielice [Kuźnicki i in. 1973].

Podstawowe znaczenie w rozpoznaniu gleb bielcowych i rdzawych oraz poszczególnych podtypów tych gleb ma analiza w wyciągu pirofosforanu sodu. W Systematyce gleb Polski [1989] i innych pracach [Mokma 1983; Bednarek 1991] podano wskaźniki różnicujące gleby z klasy bielicoziemnych na typy oraz podtypy dla gleb rdzawych. Wskaźniki te to suma węgla, glinu i żelaza ($Cp + Alp + Fep$ [%]) w poziomach Bh, Bv i A oraz stosunki molowe

$$\frac{Cp}{Fep + Alp} \text{ i } \frac{Fep}{Fed} \cdot 100$$

Gleby	Cp + Alp + Fep [%]	Stosunki molowe	
		$\frac{Cp}{Fep + Alp}$	$\frac{Fep}{Fed} \cdot 100$
Rdzawe właściwe	Bv < 0,5 A > Bv	A ≤ 25 Bv ≤ 25	Bv < 25
Bielcowo-rdzawe	Bv < 0,5 A > Bv	A > 25 Bv ≤ 25	Bv < 25
Bielice	B ≥ 0,5 A < B	A > 25 B ≥ 25	Bv > 25

Badane gleby rdzawe wytworzone z piasków fluwioglacjalnych i bielice wytworzone z piasku eolicznego z terenu Polski wykazują podobne (nie zawsze idealne) wskaźniki chemiczne proponowane przez wymienionych autorów. Wskaźniki te trudno jest zastosować w glebach ze Szwecji. Brak samodzielnych poziomów A nie pozwala na porównanie poziomu A z poziomem B (sideric) w glebie rdzawej i bielcowo-rdzawej wytworzonych ze starej zwietrzliny lodowcowej granito-gnejsów. Wskaźnik sumy składników powinien kształtować się w poziomie Bv < 0,5, a wynosi 2,23 i 1,04. Stosunki molowe spełniają kryteria dla typów i podtypów badanych gleb, mają jednak niższe wartości niż w glebach wytworzonych z dość ubogich piasków fluwioglacjalnych opracowanych przez Bednarek [1991].

Niektóre proponowane kryteria są więc zawodne w odniesieniu do gleb wytworzonych ze zwietrzelin skał masywnych, ze względu przede wszystkim na inne

warunki klimatyczno-roślinne. Gleby te są znacznie zasobniejsze w glin i żelazo, bo procesy glebotwórcze są znacznie młodsze. Bielicowanie jest w nich procesem aktualnym, natomiast w glebach na obszarze Polski niżowej jest procesem reliktowym.

W glebach Polski i Szwecji występują podobne cechy morfologiczne mimo dużej różnicy wieku rozpoczęcia pedogenezy, odległego położenia i odmiennych skał macierzystych. Niektóre cechy fizykochemiczne i chemiczne są również podobne jak np. kwaśny odczyn wszystkich gleb czy rozmieszczenie substancji organicznej zmniejszające się w głąb profilu. Jedynie w bielicy rozmieszczenie węgla jest inne. Pozostałe właściwości chemiczne, takie jak zawartość Al, Fe, Ca, Mg, K, Na rozpuszczalnych w 20% HCl korelują przede wszystkim z pochodzeniem geologicznym skał macierzystych gleb, czyli z ich zasobnością, a nasilenie procesów glebotwórczych z wiekiem pedogenezy i położeniem geograficznym.

WNIOSKI

1. Proces pedogenezy rozpoczął się w badanych glebach w Polsce w plejstocenie, a w Szwecji w środkowym holocenie.

2. Na obu badanych obszarach, mimo różnych skał macierzystych, klimatu i typów lasu, wytworzyły się, choć w różnym czasie, podobne typologicznie gleby.

3. Gleby rdzawe i bielcowo-rdzawe z obszaru Szwecji są glebami bardzo młodymi w porównaniu z tymi samymi typologicznie glebami wydzielonymi w Polsce, aktualnie dominuje w nich proces bielicowania.

4. Gleby rdzawe, bielcowo-rdzawe i bielice w Polsce są glebami znacznie starszymi, kopalnymi i reliktowymi, stadium bielicowania przeszły one w okresie atlantyckim.

5. Uziarnienie i skład chemiczny badanych gleb są ściśle związane z pochodzeniem geologicznym ich skał macierzystych oraz z czasem przebiegu procesu pedogenezy.

6. Gleby Szwecji są znacznie bogatsze we wszystkie składniki, co wiąże się nie tylko z zasobną skałą macierzystą i klimatem, ale głównie z ich młodszym wiekiem, natomiast gleby obszaru Polski są uboższe w omawiane składniki, być może weszły one obecnie w stadium antropogenizacji.

LITERATURA

- BARANIECKA M. D., KONECKA-BETLEY K. 1987: Fluvial sediments of the Vistulian and Holocene in the Warsaw Basin. *Geogr. Studies, Special Issue 4*. [In:] Evolution of the Vistula River Valley during the last 15000 years: 151–170.
- BEDNAREK R. 1988a: Próba zastosowania mikroskopii elektronowej i mikroanalizy rentgenowskiej w badaniach genezy poziomów rdzawych w niektórych glebach piaskowych. (W:) Geneza osadów i gleb w świetle badań w mikroskopie elektronowym, Red. E. Mycielska-Dowgiałło, UW, Warszawa: I 15–124, 215 - 219.
- BEDNAREK R. 1988b: The significance of fossil rusty soils for the stratigraphy sand deposits. *Bull. Pol. Acad. Sci.* 36, 2: 209–223.
- BEDNAREK R. 1991: Wiek, geneza i stanowisko systematyczne gleb rdzawych w świetle badań paleopedologicznych w okolicach Osia. Uniw. M. Kopernika, Toruń: 1–102.

- CZEPIŃSKA-KAMIŃSKA D. 1986: Zależność między rzeźbą terenu a typami gleb obszarów wydmych Puszczy Kampinoskiej. [W:] Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe Kampinoskiego Parku Narodowego (1984–1985). SGGW-AR, Warszawa: 5–71.
- GOŹDZIK J., KONECKA-BETLEY K. 1992: Późnowistuliańskie utwory węglanowe w zagłębieniach bezodpływowych rejonu kopalni Bełchatów. Cz. I. Geneza i stratygrafia. *Rocz. Glebozn.* 43, 3/4: 103–112.
- HINNERI S. 1974: Podzolic processes and bioelement pools in subarctic forest soils at the Kevo Station. *Finnish Lapland Rep. Kevo Subarctic Res. St.* 11: 26–34.
- HENNERI S., SONESSON M., VEUM A. K. 1975: Soils of Fennoscandian IBP Tundra Ecosystems. Fennoscandian Tundra Ecosystems. Part I, Ecological studies. 16. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: 31–40.
- JANOWSKA E. 1994: Preliminary studies on the sideric horizon of rusty soils with the use of microchemical X-ray analysis. *Rocz. Glebozn. Suppl.* 44: 41–53.
- KAMIŃSKA R., KONECKA-BETLEY K., MYCIELSKA-DOWGIAŁŁO E. 1986: The Liszyno dune in the Vistula valley (east of Plock). *Biul. Perygl.* 31: 141–162.
- KONECKA-BETLEY K. 1968: Zagadnienie żelaza w procesie glebotwórczym. *Rocz. Glebozn.* 19, z. 1: 51–97.
- KONECKA-BETLEY K. 1981: Development of the soil-forming processes of the late Pleistocene and Holocene in dunes of the environs of Warsaw. *Rocz. Glebozn.* 30, 3: 151–160.
- KONECKA-BETLEY K., 1982: Gleby kopalne i reliktowe wydmy okolic Warszawy. *Rocz. Glebozn.* 33, 3/4: 81–112.
- KONECKA-BETLEY K. 1986: Age of soils formed of lacustrine limestone at Olszowieckie Błoto in the Vistulian valley. XV Kongres MTG, Hamburg: 592–597.
- KONECKA-BETLEY K. 1991: Late Vistulian and Holocene fossil soil developed from aeolian and alluvial sediments of the Warsaw Basin. *Z. Geomorph. N. F. Suppl. Bd.* 90: 99–105.
- KOWALKOWSKI A. 1977: Dynamika rozwoju późnoplejstoceny i holoceny gleb z piasków wydmych w Pomorsku. *Rocz. Glebozn.* 28, 3/4: 19–35.
- KOWALKOWSKI A. 1995: Catena of podzolic soils on the northern Slope of Västarekutan in the Massif of the Åreskutan. *Jarutland Quaestiones Geographicae*, Sp. Issue, 4: 185–193.
- KOWALKOWSKI A., BORZYSZKOWSKI J., PORĘBSKA G. 1981: Geoekologiczne podstawy rozpoznawcze klasyfikacji i kartografii gleb rdzawych. IBL. Warszawa-Sękocin.
- KOWALKOWSKI A., BORZYSZKOWSKI J., PORĘBSKA G. 1985: Wstępne sformułowanie cech diagnostycznych. [W:] Sprawozdanie z badań naukowych. VI Komitet Badań Czwartorzędu PAN: 73–75.
- KUŹNICKI F., BIAŁOUSZ S., RUSIECKA D., SKŁODOWSKI P., ŻAKOWSKA H. 1973: Typologia i charakterystyka gleb górskich obszaru Sudetów. *Rocz. Glebozn.* 24, 2: 27–84.
- KUŹNICKI F., BIAŁOUSZ S., KAMIŃSKA H., OSZMIAŃSKA M., RUSIECKA D., SKŁODOWSKI P., ZIEMIŃSKA A., ŻAKOWSKA H. 1978a: Kryteria typologiczne gleb wytworzonych z piasków sandrowych i zwalowych wyżej położonych części Równiny Kurpiowskiej. *Rocz. Nauk Rol. seria D*, 166: 17–34.
- KUŹNICKI F., BIAŁOUSZ S., KAMIŃSKA H., OSZMIAŃSKA M., SKŁODOWSKI P., ZIEMIŃSKA A., ŻAKOWSKA H. 1978b: Typologia gleb wytworzonych z piasków Puszczy Białej w nawiązaniu do geomorfologii terenu. *Rocz. Nauk Rol. seria D*, 166: 57–74.
- MANIKOWSKA B. 1985: O glebach kopalnych, stratygrafii i litologii wydmy polski Środkowej. *Acta Geogr. Lodzien.*: 52, 137.
- MANIKOWSKA B., BEDNAREK R. 1994: Fossil preboreal soil on the dune sands in central Poland and its significance for the conception of rusty soils (cambic arenosols) genesis. *Rocz. Glebozn. suppl.* 44: 27–39.
- MOKMA D. L. 1983: New chemical criteria for defining the spodic horizon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 47: 972–976.
- PRUSINKIEWICZ Z., BEDNAREK R., POKOJSKA U. 1981: Gleby bielicoziemne w Polsce. *Przegl. Geogr.* 52, 1: 103–113.

- PRUSINKIEWICZ Z., BEDNAREK R. 1983 : Współzależność rozwoju gleb i roślinności w późnym plejstocenie i holocenie w północnej części sandru Wdy z uwzględnieniem wyników analizy palinologicznej. Cz. I: Geneza gleb rdzawych w świetle badań paleopedologicznych. Sprawozdanie z badań naukowych. V Komitet Badań Czwartorzędu PAN: 90-94.
- PRUSINKIEWICZ Z., BEDNAREK R. 1985: The origin, age and stratigraphic significance of some rusty (sideric) soils in Poland. *INQUA/ISSS Paleopedology Commission*, 5: 13-14.
- PRUSINKIEWICZ Z., BEDNAREK R. 1987: Współzależność rozwoju gleb i roślinności w późnym plejstocenie i holocenie w północnej części sandru Wdy z uwzględnieniem wyników analizy palinologicznej. Cz. IV. Wyniki mikrochemicznych analiz rentgenowskich i obserwacji w elektronowym mikroskopie skaningowym niepreparowanych ziarn kwarcu pochodzących z różnowiekowych gleb rdzawych. Spraw. z badań naukowych VII Komitet Badań Czwartorzędu PAN: 96-97.
- RÓŻYCKI S. Z. 1974: Plejstocen Polski środkowej. PWN, Warszawa: 1-316
- Systematyka gleb Polski 1989: *Rocz. Glebozn.* 40, 3/4: 1-150.

K. KONECKA-BETLEY, E. JANOWSKA

AGE AND ORIGIN OF SEDIMENTS AND SELECTED SOIL-FORMING PROCESSES

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

In this work chemical properties of the podzolization and rustyfication processes of soil from central and northern Poland and central Sweden are presented and compared. Considering of all the indices under study allowed for the following conclusion: the soil-forming processes in the soils studied had started in late pleistocene and early holocene – in Poland while in Sweden as late as the end of atlanticum. Thus, the same soils (considering their typological properties) are either old fossil and relic soils (Poland) or: young soils currently subject to the process of podzolization (Sweden).

Prof. dr habil. Krystyna Konecka-Betley
Katedra Gleboznawstwa SGGW
02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30

