

BARBARA GWOREK^{*}, ZYGMUNT BROGOWSKI^{**}
MAREK DEGÓRSKI^{**}, JERZY WAWRZONIAK^{***}

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYKO-CHEMICZNYCH NIEKTÓRYCH GLEB BIAŁOWIESKIEGO PARKU NARODOWEGO

^{*}Institut Ochrony Środowiska, ^{**}Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
^{***}Polska Akademia Nauk, ^{****}Institut Badawczy Leśnictwa

WSTĘP

Wpływ gospodarczej działalności człowieka (przemysł, komunikacja, rolnictwo i inne) na środowisko przyrodnicze zobowiązuje do szczegółowych obserwacji zmian jednego z ważniejszych elementów środowiska, jakim jest gleba [Dobrowolska 1995; Dobrzański i in. 1983; Brogowski 1996; Drozd 1995; Konecka-Betley i in. 1996; Kowalkowski 1980; Kuźnicki i in. 1973; Porębska 1996; Prusinkiewicz, Michalczuk 1998; Wawrzoniak 1997]. Do oceny stopnia przekształcenia gleb oraz ich właściwości fizyko-chemicznych niezbędne jest dokładne rozpoznanie dynamiki przebiegu procesów pedogenicznych w naturalnych lub seminaturalnych warunkach środowiska geograficznego [Prusinkiewicz, Michalczuk 1998; Gworek, Degórski, Brogowski 1999].

W celu zbadania dynamiki zmian w glebach występujących w mało zmienionym środowisku naturalnym wybrano jeden oddział w Białowieskim Parku Narodowym o zmiennych warunkach glebowych [Gworek i in. 1999]. Badanie właściwości fizyko-chemicznych gleb tego oddziału zostało wykonane już w latach 1976–1978 przez zespół pod kierunkiem Zbigniewa Czerwińskiego [Wawrzoniak 1997].

Porównanie niektórych właściwości fizyko-chemicznych gleb z roku 1976* z wynikami badań z 1996 r. (po upływie 20 lat) w środowisku zbliżonym do naturalnego pozwoli na ocenę kierunku przemian chemizmu gleb, który w pewnym stopniu może wpłynąć także na przebieg procesów glebotwórczych.

*Ze względu na obowiązującą w Rocznikach objętość pracy nie zamieszczono wyników z 1976 r. [Wawrzoniak 1997], z którymi prowadzono porównanie.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania terenowe. Badania prowadzono w oddziale 340 rezerwatu Białowieckiego Parku Narodowego [Prusinkiewicz, Michalczuk 1998; Gworek i in. 1999], na powierzchni 40 ha, w eutroficznym siedlisku łąki niskiego o wyraźnym zróżnicowaniu ekologicznym. Wynika ono z różnic typologicznych i gatunkowych gleb oraz warunków hydrologicznych badanego terenu. Obecnie odkrywki glebowe zostały zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie profilów badanych przez zespół pod kierunkiem Zbigniewa Czerwińskiego [Wawrzoniak 1997].

Pokrywa glebowa badanego oddziału jest zróżnicowana. Na części obszaru wydzielono gleby płowe właściwe (*Haplic luvisols*) wytworzone z glin zwałowych średnich, spiaszczonych nie głębiej niż do 20 cm od powierzchni (profile 2, 5 i 6) – siedlisko łąki *Tilio-Carpinetum Stachyotosum silvaticae*.

Rozpoznano również gleby brunatne wylugowane (*Luvic cambisols*), wytworzone z glin zwałowych lekkich pylastych, spiaszczonych od powierzchni do głębokości 20–40 cm (profile 3, 4 i 9) – siedlisko *Tilio-Carpinetum typicum*.

W niewielkim obniżeniu badanego terenu stwierdzono gleby o cechach stagnoglejów (*Stagnic Epigleysols*). Wytworzyły się one z glin lekkich, spiaszczonych od powierzchni do głębokości 50 cm (profile 1, 7 i 8). Profile 7 i 8, pylaste w warstwach spiaszczonych, przechodzą w glinę pylastą podścieloną utworami pyłowymi zwykłymi na głębokości 40–70 cm (tab. 1). Gleby te zajęte są przez zbiorowisko *Tilio-Carpinetum Caricetosum remotae*.

Badane jednostki glebowe pokrywają dominującą część Białowieckiego Parku Narodowego.

Badania laboratoryjne. Próby do badań laboratoryjnych pobierano w latach 1974–1976 i powtórnie w latach 1994–1996. W obu okresach stosowano tę samą metodykę pobierania próbek glebowych i oznaczeń laboratoryjnych, a mianowicie:

- uziarnienie – metodą Cassagrande’a w modyfikacji M. Prószyńskiego;
- węgiel organiczny – metodą W. Tiurina;
- azot ogólny – metodą Kiejdahla wykorzystując aparat Kiejlhofsa;
- odczyn pH w H₂O i 1n KCl – metodą elektrometryczną stosując elektrodę szklaną;
- kwasowość wymienną i glin wymienny – metodą Sokołowa;
- kwasowość hydrolityczną – metodą Kappena;
- kationy wymienne (Ca, Mg, K i Na) – metodą Schollenberga wypierane 1n octanem amonu o pH = 7,0 i oznaczane w przesączu na aparacie ASA.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Skład granulometryczny. Uziarnienie gleb na niewielkim obszarze czterdziestu hektarów jest silnie zróżnicowane. Cała powierzchnia charakteryzuje się jednak lekkim spiaszczeniem do głębokości 20 do 50 cm (piaski gliniaste). Utwory glebowe na badanej powierzchni są wyraźnie wzbogacone we frakcje pyłu, z przewagą pyłu grubego. Zawartość pyłu większości badanych profili oscyluje między 15% a 38%.

Gleby brunatne wylugowane wytworzyły się z piasków gliniastych pylastych lub glin lekkich pylastych (profile 3, 4 i 9). Gleby płowe odgórnie oglejone (profile 2, 5 i 6) zbudowane są z glin średnich przechodzących w głębszych poziomach w

ciężkie. Jedynie wierzchnie poziomy do 20 cm wykazują skład granulometryczny piasków gliniastych mocnych na pograniczu glin lekkich (tab. 1).

Natomiast gleby hydrogeniczne opadowo-glejowe powstały bądź z piasków gliniastych mocnych pylastych, przechodzących na głębokości 40 cm w utwór pyłowy zwykły (profil 7), bądź to z glin lekkich spiaszczonych do 40 cm i przechodzących w glinę lekką pylastą (profil 1). Wśród tych gleb najbardziej zróżnicowany jest profil 8, w którym piasek gliniasty mocny pylasty przechodzi w glinę lekką pylastą, a poniżej 70 cm w utwór pyłowy zwykły. Wyniki uziarnienia wskazują, że badany obszar podlegał silnym procesom denudacyjnym i peryglacialnym. Różnicowanie w składzie granulometrycznym przyczyniło się, między innymi, do tworzenia się gleb różnych typologicznie. Procesem brunatnienia objęte zostały utwory o najmniejszej zawartości części ilastych (<0,002 mm) do głębokości około 50 cm, a procesem płowienia i odgórnego ogłębienia – utwory zubożałe w części ilaste do głębokości 20 cm ze skokowym ich wzrostem poniżej 20 cm. Proces stagno-glejowy występuje w utworach o zróżnicowanym, warstwowym uziarnieniu i leżących w niewielkim obniżeniu terenu (tab. 1). Należy podkreślić, że utwory gleb stagno-glejowych wykazują nieznaczne lub śladowe ilości części szkieletowych.

Substancja organiczna. Związki organiczne w badanych trzech jednostkach systematycznych gleb są w pewnym stopniu zróżnicowane podobnie jak w obrębie jednego typu. Miąższość poziomów humusowych, a w związku z tym zapasy humusu na jednostce powierzchni badanych gleb są również zróżnicowane. W glebach brunatnych miąższość poziomów A waha się od 5 do 11 cm, w glebach płowych od 7 do 19 cm i w glebach stagno-glejowych od 9 do 27 cm. W związku z tym akumulacja humusu na 1 m² w glebach brunatnych waha się od 6,45 do 7,15 kg, w glebach płowych od 3,45 do 7,98 kg i w glebach stagno-glejowych od 0,65 do 20,0 kg/m² powierzchni. Dwie pierwsze jednostki nie różnią się zasadniczo ilością nagromadzonego humusu w poziomach akumulacyjnych i podakumulacyjnych. Natomiast gleby będące stale nadmiernie wilgotne wykazują duże różnicowanie zawartości humusu (nie badano poziomu O).

Z zawartością humusu wiążą się ilości azotu. W obszarze gleb brunatnych wylugowanych na 1 m² zakumulowane jest 0,326 kg N, w glebach płowych – 0,332 kg i w glebach stagno-glejowych – 0,441 kg/m² powierzchni. Obszar o spowolnionej mineralizacji materii organicznej zawiera najwięcej związków organicznych oraz azotu ogółem (tab. 1). Procentowa zawartość azotu w poziomach próchnicznych i podpróchnicznych trzech badanych typów gleb jest zróżnicowana zarówno między typami, jak i w poszczególnych profilach tego samego typu.

Stosunek węgla do azotu w glebach brunatnych i płowych jest podobny i waha się w granicach od 11,4 do 12,7 w poziomach A, a w głębszych od 5,4 do 13,5. Natomiast w glebach stagno-glejowych stosunek ten jest znacznie szerszy i waha się od 12,5 do 22,3. Stosunkowo wąski stosunek C:N w glebach brunatnych wylugowanych i płowych świadczy o dobrych warunkach procesu humifikacji substancji organicznej.

Reasumując, należy podkreślić, że zawartość węgla i azotu w okresie 20 lat nie uległa zasadniczej zmianie. Niewielkie różnice mogą występować ze względu na błędy metodyczne, pobrania prób itp. Generalnie biorąc stan materii organicznej na badanym obszarze Puszczy Białowieskiej pozostaje w nieziennej równowadze dynamicznej.

TABELA 1. Uziarnienie, odczyn, węgiel i azot w glebach
 TABLE 1. Granulation, pH, organic carbon and nitrogen in soil

Nr profilu No profile	Poziom genetycz. Genetic horizon	Głębokość [cm] Depth [cm]	% ziaren o średnicy w mm % grains in diameter in mm					pH		w % – in %		C/N
			>1	1–0,1	0,1–0,02	<0,02	<0,002	w H ₂ O in H ₂ O	w KCl in KCl	C	N	
Gleby brunatne wylugowane wytworzone z glin zwałowych lekkich Brown leached soil (combisols) developed from light boulder loam												
3	A	4–9	3,2	72	17	11	4	4,4	3,5	2,81	0,247	11,4
	Bbr	9–35	5,5	73	15	12	2	4,6	3,9	0,50	0,037	13,5
	CDg	35–52	2,4	49	28	23	9	4,9	4,1	–	–	–
	D	52–85	0,6	40	28	32	17	5,8	4,1	–	–	–
4	A	4–15	2,4	55	28	17	7	4,2	3,5	1,26	0,110	11,4
	AEet	15–18	2,5	55	27	18	4	4,4	3,7	0,77	0,071	10,8
	Bbr	18–43	2,9	50	31	19	4	5,0	4,0	0,45	0,039	11,5
	Cg	43–51	4,9	41	25	34	13	5,4	4,1	–	–	–
	D	51–85	0,4	31	38	31	18	5,8	4,2	–	–	–
9	A	5–14	1,9	71	16	13	3	4,5	3,7	1,61	0,127	12,7
	Bbr	14–38	3,8	64	19	17	5	4,9	3,9	0,55	0,043	12,8
	Cg	38–54	2,9	57	27	16	6	4,9	4,1	–	–	–
	D ₁	54–160	1,3	44	23	33	19	5,0	4,0	–	–	–
	D ₂	160–180	1,2	41	24	35	20	5,0	3,4	–	–	–
Gleby płowe wytworzone z gliny zwałowej średniej i ciężkiej Soil lessives developed from midle and heavy boulder loams												
2	A	1–8	1,8	61	22	17	6	5,1	4,2	1,31	0,099	11,4
	Eet	8–18	3,0	61	20	19	6	5,0	3,9	0,14	0,026	5,4
	Bt	18–40	0,6	40	22	38	22	5,2	3,6	–	–	–
	Cg	40–46	3,7	39	25	36	19	5,3	3,6	–	–	–
	D	46–75	6,4	37	22	41	20	7,9	6,6	–	–	–

TABELA 1. cd. – TABLE 1. continued

Nr profilu No profile	Poziom genetycz. Genetic horizon	Głębokość [cm] Depth [cm]	% ziaren o średnicy w mm % grains in diameter in mm					pH		w % – in %		C/N
			>1	1–0,1	0,1–0,02	<0,02	<0,002	w H ₂ O in H ₂ O	w KCl in KCl	C	N	
5	A	1–10	2,0	58	23	19	5	5,8	5,1	2,68	0,231	11,6
	Eet	10–34	0,7	38	22	40	20	5,3	4,1	0,29	0,031	9,3
	BtD	34–70	0,3	24	18	58	24	5,0	3,5	–	–	–
	D	70–100	0,6	18	21	61	25	6,1	4,2	–	–	–
6	A	4–23	4,5	65	16	19	6	4,5	3,6	1,50	0,126	11,9
	Eet	23–37	4,9	43	17	40	13	4,9	4,1	0,17	0,026	6,8
	Eet/Bt	37–46	5,2	47	21	32	15	5,2	4,1	–	–	–
	Bt	46–78	5,3	41	21	38	19	5,3	3,7	–	–	–
	D	78–90	5,3	43	19	38	20	5,3	3,8	–	–	–
Gleby stagno-glejowe utworzone z glin zwałowych lekkich i pyłów Stagno-gley soils developed from light boulder loam and silt												
1	A	3–15	2,4	63	23	14	5	4,2	3,4	2,03	0,091	22,3
	BCg/g	15–48	3,3	66	20	14	6	4,8	4,0	0,43	0,039	11,0
	DgD	48–80	3,1	45	22	33	18	5,3	3,4	–	–	–
	G	80–100	2,8	36	26	38	20	6,3	5,0	–	–	–
7	A	3–12	0,9	49	35	16	4	4,3	3,5	2,00	0,160	12,5
	Cg	12–41	3,4	46	37	17	4	5,2	4,2	–	–	–
	DG	41–70	śląd	28	46	26	13	5,0	3,6	–	–	–
8	A	5–32	0,6	57	25	18	6	4,5	3,6	2,71	0,170	15,9
	BCg	32–45	1,7	58	24	18	3	5,3	4,2	0,33	0,032	10,3
	Cg	45–70	0,8	40	31	29	16	5,1	4,1	–	–	–
	D ₁	70–110	śląd	28	47	25	12	4,9	3,8	–	–	–
	D ₂	110–125	śląd	27	46	27	13	5,1	3,8	–	–	–

TABELA 2. Właściwości sorpcyjne gleb – TABLE 2. Sorption properties of soils

Nr* No*	Głęb. - Depth [cm]	Kationy wymienne - Exchangeable cations [cmol(+)/kg]						V%		T _h %<0,02 mm	H _w + Al _w [cmol(+)/kg]	
		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	S [*]	H _h	T _h =H _h +S	(Ca+Mg)			(K+Na)
Gleby brunatne wylugowane wytworzone z glin zwałowych lekkich – Brown leached soil (cambisol) developed from light boulder loam												
3	4–9	4,10	0,41	0,20	0,06	4,77	9,36	14,13	31,9	1,8	1,28	1,00
	9–35	0,55	0,14	0,03	0,03	0,75	3,52	4,27	16,2	1,4	0,35	1,27
	35–52	0,25	0,07	0,02	0,02	0,36	2,70	3,06	10,5	1,3	0,13	0,08
	>52	6,70	1,99	0,22	0,15	9,06	1,47	10,53	82,5	3,5	0,33	0,03
4	4–15	0,90	0,16	0,07	0,13	1,26	6,06	7,32	14,5	2,7	0,43	2,26
	15–18	0,30	0,08	0,04	0,02	0,44	5,14	5,58	6,8	1,1	0,31	1,00
	18–43	1,30	0,20	0,06	0,06	1,62	2,68	4,30	34,8	2,8	0,23	0,42
	43–51	1,70	0,36	0,06	0,06	2,18	1,23	3,41	60,4	3,4	0,10	0,16
	>51	6,60	1,02	0,23	0,13	7,98	1,87	9,85	77,4	3,6	0,32	0,07
9	5–14	1,25	0,15	0,06	0,04	1,50	6,25	7,75	18,0	1,3	0,60	1,81
	14–38	0,45	0,11	0,02	0,03	0,61	3,99	4,60	12,2	1,0	0,27	1,10
	38–54	0,20	0,07	0,02	0,04	0,33	2,49	2,82	9,6	2,1	0,18	0,74
	54–160	0,45	0,15	0,02	0,02	0,64	1,71	2,35	25,5	1,6	0,07	0,66
	>160	0,75	0,25	0,03	0,03	1,06	1,62	2,68	37,3	2,2	0,08	0,88
Gleby płowe wytworzone z glin zwałowych średnich – Soil lessives developed from middle and heavy boulder loam												
2	1–8	2,45	0,26	0,07	0,06	2,84	3,96	6,80	39,8	2,0	0,40	0,28
	8–18	0,80	0,15	0,10	0,04	1,09	2,17	3,26	29,1	4,3	0,17	0,88
	18–40	4,20	0,85	0,21	0,08	5,34	3,00	8,34	51,5	3,5	0,22	1,43
	40–46	4,052	1,27	0,17	0,08	5,57	2,79	8,36	63,6	3,0	0,23	1,31
	>46	7,00	1,21	0,20	0,47	28,88	0,24	29,12	96,9	2,3	0,71	0,00
5	1–10	9,25	0,87	0,11	0,16	10,39	4,15	14,56	69,3	1,8	0,76	0,80
	10–34	2,20	0,26	0,09	0,05	2,60	2,22	4,82	51,0	2,9	0,12	0,93
	34–70	5,90	1,19	0,26	0,12	7,47	4,09	11,56	61,3	3,2	0,20	1,78
	>70	7,90	1,21	0,25	0,011	9,37	1,80	11,17	81,5	2,2	0,18	0,20

*nr profilu – profile number

TABELA 2. cd. – TABLE 2. continued

Nr* No*	Głęb. – Depth [cm]	Kationy wymienne – Exchangeable cations [cmol(+)/kg]							V%		T _h	H _w + Al _w [cmol(+)/kg]
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	S*	H _h	T _h =H _h +S	(Ca+Mg)	(K+Na)	%<0,02 mm	
6	4–23	0,95	0,16	0,12	0,03	1,26	5,40	6,66	16,7	2,2	0,35	1,53
	23–37	0,20	0,05	0,05	0,02	0,31	2,68	3,00	8,4	2,0	0,07	1,10
	37–46	0,95	0,13	0,05	0,03	1,16	1,45	2,61	41,4	3,0	0,08	0,50
	46–78	7,00	1,26	0,33	0,13	6,72	2,82	11,54	71,6	4,0	0,30	0,88
	>78	6,45	0,99	0,25	0,12	7,81	2,43	10,24	72,7	3,6	0,27	0,47
Gleby stagno-glejowe utworzone z glin zwałowych lekkich i pyłów – Stagno-gley soil developed from light boulder loam and silt												
1	3–15	0,35	0,02	0,05	0,05	0,47	5,97	6,44	5,7	1,6	0,46	2,40
	15–48	0,15	0,04	0,03	0,02	0,24	3,64	3,88	4,9	1,3	0,28	1,16
	48–80	4,40	0,88	0,18	0,10	5,56	2,07	7,63	69,2	3,7	0,23	0,80
	>80	5,90	0,99	0,24	0,19	7,32	2,73	10,05	68,5	4,3	0,26	1,75
7	3–12	1,40	0,28	0,12	0,04	1,84	4,69	6,53	25,7	2,4	0,41	2,36
	12–41	0,35	0,09	0,05	0,02	0,51	3,12	3,63	12,1	1,9	0,21	0,78
	>41	2,85	0,92	0,15	0,07	3,99	3,49	7,48	50,4	2,9	0,28	1,90
8	5–32	0,55	0,19	0,12	0,03	0,89	7,80	8,69	8,5	1,7	0,48	2,38
	32–45	1,10	0,14	0,09	0,04	1,37	3,01	4,38	28,3	3,0	0,24	0,63
	45–70	0,70	0,16	0,05	0,03	0,94	2,74	3,68	23,3	2,2	0,13	0,98
	70–110	4,65	1,12	0,21	0,11	6,09	2,19	8,28	69,7	3,8	0,33	0,78
	>110	2,65	0,76	0,03	0,61	4,05	2,07	6,12	55,7	10,5	0,23	0,08

S = suma kationów wymiennych (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺) – Summ of exchangeable cations (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺)

H_h = kwasowość hydrolityczna – hydrolytic acidity

Odczyn. Odczyn i kwasowość badanych gleb w poszczególnych jednostkach systematycznych oraz poziomach genetycznych są tylko w niewielkim stopniu zróżnicowane. Wartość pH w grupie gleb brunatnych wylugowanych rośnie systematycznie w głąb profili od 3,5 w wierzchnich poziomach do 4,2 w 1n KCl w najgłębszych. Zbliżone wartości odczynu wykazują pozostałe jednostki glebo-we (tab. 1). W okresie 20 lat odczyn badanych gleb nie uległ zasadniczej zmianie.

Kwasowość wymienna. Kwasowość wymienna ($H_w + Al_w$) wykazuje korelację z wartością pH oraz częściowo z zawartością próchnicy. Im niższa wartość pH i wyższa zawartość próchnicy, tym większa zawartość Al_w i H_w wymiennego. W badanych glebach kwasowość wymienna jest powodowana głównie glinem wymiennym. W glebach brunatnych wylugowanych udział glinu wymiennego w kwasowości wymiennej rośnie w głąb profilu i wynosi w wierzchnich poziomach średnio 85,3%, a w najgłębszych 96,8%. W glebach płowych odgórnie oglejonych udział Al_w rośnie i w najgłębszych poziomach ponownie maleje. Udział Al_w w tych glebach wynosi średnio 41,4% w poziomach A i rośnie do głębokości 50 cm do 92,7%, a poniżej maleje do 65,2%. W glebach stagno-glejowych udział glinu w głąb profilu glebowego systematycznie maleje. W poziomach wierzchnich udział jego wynosi średnio 92,4–94,2%, a w najgłębszych poziomach średnia wartość udziału w kwasowości wymiennej waha się około 50%, a pozostałą część stanowi H_w wymienny. Udział Al_w w kwasowości wymiennej nie zależy tylko od wartości pH w glebach badanego obszaru, ale również od przebiegu procesu glebotwórczego i stopnia uwilgotnienia gleby. W warunkach większego uwilgotnienia udział glinu wymiennego w kwasowości wymiennej badanych gleb małał, a wzrastał udział wodoru wymiennego.

Kwasowość wymienna badanych gleb w okresie 20 lat, które upłynęły od ostatnich badań, nie uległa zasadniczym zmianom. Wzrosła nieznacznie zawartość glinu wymiennego, średnio o 0,1 cmol(+)/kg gleby. Niewielkie zróżnicowanie zarówno in plus, jak i in minus wynika raczej z procedury zarówno pobierania prób, jak i analizy.

Kwasowość hydrolityczna. Kwasowość hydrolityczna H_h badanych gleb nie wykazuje większego zróżnicowania w obrębie profilu tego samego typu gleb, jak i między typami. Zależy ona głównie od odczynu i zawartości związków organicznych w glebach. Im niższy odczyn i większa zawartość próchnicy, tym wyższa wartość kwasowości hydrolitycznej (tab. 1 i 2). We wszystkich badanych glebach kwasowość hydrolityczna maleje w głąb profili glebowych. Zróżnicowanie kwasowości występuje głównie w wierzchnich poziomach glebowych, natomiast w głębszych zawartość wodoru hydrolizującego jest zbliżona we wszystkich badanych typach gleb. Biorąc średnie dane dla każdej jednostki systematycznej gleby brunatne wykazują w poziomach A – 7,22 cmol(+)/kg gleby, gleby płowe odgórnie oglejone – 4,50, a gleby stagno-glejowe – 6,15 cmol(+)/kg.

Stwierdzono, że kwasowość hydrolityczna w okresie od 1976 do 1996 roku wzrosła w badanych glebach nieznacznie, podobnie jak kwasowość wymienna. W kwasowości wymiennej średnio ilość glinu wzrosła z 1,20 do 1,30 cmol(+)/kg, a w kwasowości hydrolitycznej wzrost ilości wodoru był podobny i wyniósł od 3,10 do 3,20 cmol(+)/kg gleby (tab. 2).

Kationy wymienne. Zawartość kationów wymiennych (Ca + Mg + K + Na) jest nieznacznie zróżnicowana w poszczególnych typach gleb. We wszystkich typach gleb rozmieszczenie sumy kationów w poziomach genetycznych jest podobne. Większa ich akumulacja występuje w poziomach wierzchnich próchni-

cznych, a najniższa w poziomach leżących bezpośrednio pod poziomami próchnicznymi. W głębszych poziomach następuje ponowny i to znaczący wzrost zawartości kationów wymiennych.

Zarówno gleby brunatne, jak i płowe oraz stagno-glejowe wykazują zbliżone rozmieszczenie kationów zasadowych w poszczególnych poziomach genetycznych. Jednak porównując uziarnienie tych trzech jednostek glebowych (tab. 3) stwierdzono, że mała zawartość frakcji ilastej ($<0,002$ mm) odpowiedzialnej za wiązanie jonów sięga do różnej głębokości. W glebach brunatnych sięga do 54 cm, stąd najmniej zasad stwierdzamy do tej głębokości. W płowych najmniej frakcji ilastej występuje zaledwie do głębokości 10–23 cm, a w stagno-glejowych do 48 cm. Stąd staje się jasne, że w poziomach próchnicznych zawartość sumy kationów jest wyższa w porównaniu z poziomami podpróchnicznymi, co jest związane z dużą pojemnością sorpcyjną humusu. Gdyby usunięto części organiczne z poziomów próchnicznych, to zawartość kationów zasadowych w tych poziomach byłaby podobna jak w poziomach podpróchnicznych (tab. 3).

Pojemność sorpcyjna hydrolityczna we wszystkich badanych jednostkach wykazuje podobną tendencję jak suma kationów zasadowych w pierwszych dwóch poziomach. W głębszych poziomach pojemność sorpcyjna rośnie podobnie jak zawartość frakcji ilastej ($<0,002$ mm) i części spławialnych ($<0,02$ mm). Stąd też, stosunek pojemności sorpcyjnej T_h do zawartości części mniejszych od 0,002 mm największy w poziomach humusowych maleje w poziomach podpróchnicznych i wzrasta w poziomach głębszych z wyjątkiem gleb brunatnych, w których stosunek ten maleje regularnie w głąb profilu. Podobna zależność występuje między T_h i częściami mniejszymi od 0,02 mm (tab. 2).

Stopień wysycenia gleb zasadami jest wyraźnie zróżnicowany. Gleby płowe wykazują w wierzchnich i podpowierzchniowych poziomach w porównaniu z pozostałymi glebami dwu- i trzykrotnie wyższe wysycenie kationami zasadowymi, wśród których dominują (Ca + Mg) stanowiąc 90 do 96% całości zasad.

W kompleksie sorpcyjnym gleb płowych w poziomach wierzchnich szereg sumy kationów i wodoru jest następujący:

$$S > H_h$$

w poziomie przemycia Eetg:

$$H_h > S$$

a w poziomach głębszych stosunki te są następujące:

$$S > H_h$$

W pozostałych jednostkach gleb w pierwszych dwóch – trzech poziomach od powierzchni stosunek ten jest następujący:

$$H_h > S$$

W pozostałych głębszych poziomach dominują kationy zasadowe. Duże nasylenie wodorem wierzchnich poziomów gleb brunatnych i stagno-glejowych mimo zróżnicowanego pokrycia roślinnego być może wiąże się również z ich uziarnieniem. Gleby brunatne wylugowane i stagno-glejowe są spiaszczone do około 40–50 cm od powierzchni. Natomiast gleby płowe odgórnie oglejone wykazują spiaszczenie wierzchniego poziomu nie przekraczające średnio 23 cm.

Zmiany w kompleksie sorpcyjnym po 20 latach w badanych glebach nie były znaczne z wyjątkiem ubytku wapnia wymiennego. Z różnicy w zawartości Ca wynika, że średnio dla całego obszaru badanego (40 ha) ubyło go 2,8 cmol(+)/kg gleby. większy ubytek zaobserwowano w glebach o lżejszym składzie granulometrycznym w górnych poziomach, tj. w glebach brunatnych wylugowanych. Ubytek

TABELA 3. Uśrednione wartości właściwości fizyko-chemicznych
 TABLE 3. The average value physico-chemical properties

Głęb. Depth [cm]	Gleby brunatne wylugowane Brown leached soils					Gleby płowe – Soils lessive's					Gleby stagno-glejowe – Stagno gley soils				
	%<0,002	S	H _h	T _h	V%	%<0,002	S	H _h	T _h	V%	%<0,002	S	H _h	T _h	V%
1–23	4,7	2,51	7,22	9,73	23,4	5,7	4,83	4,50	9,33	43,9	5,0	1,06	6,15	7,21	15,1
8–37	3,7	0,60	4,22	4,85	13,1	13,0	1,33	2,36	3,69	32,6	4,3	0,70	3,26	3,96	17,2
18–46	6,3	0,70	2,62	3,39	20,6	20,3	4,66	2,84	7,50	54,6	15,7	3,50	2,76	6,26	51,6
34–78	16,8	3,96	1,47	5,43	74,8	19,0	7,22	2,47	9,69	70,6	15,0	6,70	2,46	9,16	73,2
>50–78	20,0	4,52	1,74	6,26	49,2	21,7	7,81	1,33	9,14	86,4	13,0	4,05	2,07	6,12	66,2

S – suma kationów wymiennych ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$) = sum of exchangeable cations ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{Na}^{+}$)

H_h – kwasowość hydrolityczna – hydrolytic acidity

T_h – suma (S+H_h) = summ of (S+H_h)

ten objął wszystkie badane poziomy do głębokości średnio 100 cm. Najmniej ubyło wapnia w glebach płowych odgórnie oglejonych ze względu na ciężki skład granulometryczny niższej leżących poziomów.

Z obliczeń wynika, że z każdego hektara badanej powierzchni ubyło w okresie 20 lat 1680 kg Ca, czyli średnio rocznie 84 kg. W istniejących warunkach terenu badań jest to realne. Ubytek wapnia nie musi wynikać z jego wymywania i usuwania poza profil glebowy, ale również w wyniku pobierania przez roślinność zielną dolnego piętra lasu oraz drzewostan. Oczywiście jest, że składnik ten wraca do gleby po obumarciu i mineralizacji roślinności i ściółki, ale chwilowo jest związany i wyłączony z kołowego obiegu. Okres 20 lat jest prawdopodobnie epizodem w generalnej równowadze w naturalnym środowisku przyrodniczym. Stąd chwilowy ubytek w wyniku biologicznego wiązania wapnia przez względnie trwałe elementy części organicznej roślinności. Istnieje również możliwość usuwania wapnia nie tylko w wyniku pionowego wymywania, ale i poziomego usuwania w terenie nawet o niewielkim nachyleniu. Choć badany teren jest słabo urzeźbiony, może się tu jednak odbywać powolne poziome przemieszczanie labilnych pierwiastków.

Z obliczeń wartości średnich natomiast wynika, że uwolnione przez wapń ładunki elektrostatyczne w kompleksie sorpcyjnym nie w pełni zostały obsadzone przez wodór. Być może zwolnione miejsca mogą być zajęte przez uwalniające się w procesie wietrzenia inne jony zasadowe lub nawet wymienne, takie jak: Al, Fe i NH_4 , spośród których tych ostatnich – nie oznaczano. Brak zmian w odczynie badanych gleb na przestrzeni dwudziestu lat przy tak silnym zakwaszeniu jest zrozumiałe. Podobne badania Gór Izerskich w paśmie zachodnich Sudetów wykazały, że po 25 latach odczyn nie uległ zmianie, mimo wzrostu kwasowości hydrolitycznej i wymiennej [Kuźnicki i in. 1973; Brogowski i in. 1996].

Analizując otrzymane wyniki należy podkreślić, że w wyniku procesów glebotwórczych następuje ubytek z górnych poziomów profili glebowych, głównie jonów wapnia wymiennego. Usuwanie tego składnika może mieć różny charakter – wymywanie pionowe lub poziome zgodnie z kierunkiem nachylenia terenu oraz w wyniku pobierania wapnia przez zespół roślinności leśnej. Usuwany wapń oraz inne kationy wymienne, chociaż w ilościach śladowych, zastępowane są prawdopodobnie przez wodór, glin, żelazo oraz jony amonowe wymienne i inne [Dobrowolska 1995; Dobrzański i in. 1983; Konecka-Betley i in. 1996; Kowalkowski 1980; Porębska 1996; Prusinkiewicz, Michalczuk 1998].

WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań można zaproponować następujące uogólnienia:

1. W okresie 20 lat zmiany właściwości fizyko-chemicznych badanych gleb są niewielkie i mieszczą się na ogół w granicach błędu metodycznego pobierania prób oraz dokładności oznaczeń laboratoryjnych. Jednak w kompleksie sorpcyjnym wystąpiły przemiany dotyczące głównie wapnia wymiennego. Roczne ubytki wapnia z badanej powierzchni w Białowieskim Parku Narodowym wynoszą średnio 84 kg z hektara.
2. Procesy glebotwórcze na badanym obszarze są wyraźnie związane z szatą roślinną, a w mniejszym stopniu z pozostałymi czynnikami glebotwórczymi:

- siedlisko *Tilio-Carpinetum Typicum* – gleby brunatne wylugowane (*Luvic cambisols*);
siedlisko *Tilio-Carpinetum Stachyotosum silvaticae* – gleby płowe (*Haplic luvisols*);
siedlisko *Tilio-Carpinetum Caricetosum remotae* – gleby glejowe (*Stagnic Epigleysols*).

LITERATURA

- BROGOWSKI Z. 1996: Ogólna zawartość składników we frakcjach granulometrycznych <0,1 mm w glebie glejobilicowej. *Rocz. Glebozn.* **47**: 9-21.
- BROGOWSKI Z., BORZYSZKOWSKI J., GWOREK B., OSTRWOSKA A., POREBSKA G., SIENKIEWICZ J. 1997: Charakterystyka gleb wylesionych obszaru Gór Izerskich. *Rocz. Glebozn.* **48**: 111-124.
- DOBROWOLSKA J. 1995: Klęska ekologiczna w lasach Karkonosko-Izerskich. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Roln.* **418**: 335-339.
- DOBRZAŃSKI B., BROGOWSKI Z. i in. 1983: Charakterystyka warunków przyrodniczych Kampinoskiego Parku Narodowego. Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe w Kampinoskim Parku Narodowym. Inst. Gleboznawstwa SGGW i Komitet Glebozn. i Chemii Rolnej PAN: 5-20.
- DROZD J. 1995: Charakterystyka próchnicy nadkładowej w różnie zdegradowanych ekosystemach leśnych Karkonoszy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **418**: 347-451.
- GWOREK B., DEGÓRSKI M., BROGOWSKI Z. 1999: Trace Metals in Auto- and Semihydrogenic soils Found in Three Forest site Types of Białowieża National Park. *Polish J Environmental Studies* **8**, 5: 305-308.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., NALEPKA-PAPERZ D., WASYLKOWA K. 1996: Przemiany środowiska Puszczy Kampinoskiej w późnym glacie i holocenie na przykładzie osadów organicznych torfowiska w Wilkowie (Polesie Stare). *Rocz. Glebozn.* **47**, Supl.: 103-112.
- KOWALKOWSKI A. 1980: Wpływ emisji Zakładów Azotowych na rozmieszczenie łatwo rozpuszczalnych składników mineralnych w profilu leśnych gleb bielicowych. *Rocz. Glebozn.* **31**: 245-252.
- KUŹNICKI F., BIAŁOUSZ S., RUSIECKA D., SKŁODOWSKI P., ŻAKOWSKA M. 1973: Typologia i charakterystyka gleb górskich obszaru Sudetów. *Rocz. Glebozn.* **24**, 2: 27-84.
- SYSTEMATYKA GLEB POLSKI. 1989: *Rocz. Glebozn.* **40**: 148.
- POREBSKA G. 1996: Ocena zmian zachodzących w glebach pod wpływem ich zakwaszenia. Praca doktorska wykonana w Instytucie Ochrony Środowiska: 93.
- PRUSINKIEWICZ Z., MICHALCZUK C. 1998: Gleby Białowieskiego Parku Narodowego. *Phytocoenosis*. Vol. 10 (N.S). Supplementum Cartographiae Geobotanicae. W-wa – Białowieża: 40.
- WAWRZONIAK J. 1997: Rola stosunków wodno-gruntowych w zróżnicowaniu siedliska leśnego na przykładzie grądu niskiego w Białowieskim Parku Narodowym. Praca Instytutu Badawczego Leśnictwa. Warszawa.

Barbara Gworek*, Zygmunt Brogowski**, Marek Degórski***,
Jerzy Wawrzoniak****

CHANGES OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOME SOILS IN BIAŁOWIEŻA NATIONAL PARK

*Institute of Environment Protection, **Warsaw Agricultural University,
Polish Academy of Sciences, * Research Institute of Forestry

SUMMARY

The objectives of this study were to compare changing in period of twenty years of some physico-chemical properties of the natural soils in Białowieża National Park. Obtained results allow us to statement that change succeeded mainly in soil sorption complex. Other properties do not changed clearly. The changes in soil sorption complex concern mainly calcium and hydrogen. The hydrogen removing mainly calcium from soil sorption complex. Other ions do not changed visible. The amounts of exchangeable calcium looses equal about 84 kg per hectare of soil a year. Such amounts of calcium were leached each year below soil profile 100 cm.

Praca wpłynęła do redakcji w czerwcu 1999 r.

*Dr hab. Barbara Gworek
Instytut Ochrony Środowiska
00-548 Warszawa, ul. Krucza 5/11*

