

ALOJZY KOWALKOWSKI

## WPLYW WŁAŚCIWOŚCI GLEB OPADOWOGLEJOWYCH NA SYSTEMY KORZENIOWE DRZEWOSTANÓW GRONDU NISKIEGO W BIAŁOWIESKIM PARKU NARODOWYM<sup>1</sup>

Zakład Gleboznawstwa i Nawożenia Instytutu Badawczego Leśnictwa,  
Warszawa-Sękocin

### WSTĘP

Do najbardziej produkcyjnych siedlisk w Białowieskim Parku Narodowym należą grondy niskie z mozaikami bogatych w rośliny naczyniowe zespołów *Quercus-Carpinetum stachyretosum silvaticae* oraz w lokalnych płaskich obniżeniach *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae*, często na pograniczu *Cariceto-remotae Fraxinetum*. Charakterystyczne dla tych wielogatunkowych i wielopiętrowych drzewostanów są silnie rozwinięte korzenie, do kilkunastu metrów długie, płozące się na powierzchni gleby. Wskazuje to na wysoką wilgotność tych gleb, skądinąd zasobnych w mineralne składniki odżywcze [10].

Wspomniane cechy tych drzewostanów i gleb były główną przyczyną wykonania w latach 1971–1974 badań nad rozmieszczeniem korzeni drzew w genetycznych poziomach gleb opadowoglejowych.

### OBIEKT I METODY

Do badań wybrano gleby: opadowoglejową typową (profil 1) i opadowoglejową brunatną [10] (profil 2), wytworzone z peryglacialnie spiaszczonych ilów w oddziale 370 Białowieskiego Parku Narodowego. W płaskim reliefie powierzchni tego oddziału zaznaczają się mikromozajki łączących się obniżień głębokości 10–40 cm, o ostro zarysowanych krawędziach. Od wiosny do zimy gromadzą się w nich wody opadowe, przelewające się okresowymi ciekami do opodal płynącej rzeki Orłówki. W glebach do głębokości 300 cm nie stwierdzono wody gruntowej. Stagnujące wody lokalnego pochodzenia opadowego, okresowo wypełniające

<sup>1</sup> Praca częściowo finansowana przez Komitet Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN.

przestrzenie wolne w poziomach glebowych, są tu powodem powstawania gleb opadowoglejowych.

W drzewostanie dominuje świerk z domieszką osiki, dębu, grabu, jesionu i sporadycznie lipy. Runo jest bogate, z gatunkami wyznaczającymi wilgotny wariant zbiorowiska *Quercus-Carpinetum stachyetosum silvaticae*. We wspomnianych lokalnych obniżeniach dominuje dąb, jesion i grab z domieszką świerka, lipy i klonu. W runie natomiast występują gatunki związku *Alno-Padion* i wilgotnych wariantów grondowych [10]. Mozaiki zbiorowisk roślinnych higrofilnych i gleb opadowoglejowych wskazują na dominującą rolę czynników wodno-powietrznych w kształtowaniu ekologicznych warunków wzrostu korzeni.

Systemy korzeniowe badano metodą kartowania w wykopach długości 200 cm i głębokości 140 cm, sięgających do węglanowej skały macierzystej. Po zaznaczeniu na kartogramie zasięgów poziomów genetycznych gleb naniesiono rozmieszczenie korzeni klasyfikując je według średnic:  $\phi < 1,0$  mm,  $\phi$  1-2 mm,  $\phi$  2-5 mm,  $\phi$  5-10 mm,  $\phi$  10-20 mm,  $\phi > 20$  mm. Losowo, w trzech powtórzeniach, pobrano z przekrojów pionowych bryły gleby  $10 \times 10 \times 10$  cm z każdej warstwy miąższości 10 cm w celu ustalenia suchej masy poszczególnych grup korzeni.

Właściwości gleb określono metodami scharakteryzowanymi w innej publikacji [7]. Skład chemiczny korzeni oznaczono po zmineralizowaniu z  $H_2SO_4$  i  $H_2O_2$ : N — metodą Kjeldahla, K — metodą fotopłomieniową, P — metodą molibdenianową.

## WYNIKI BADAŃ

### WŁAŚCIWOŚCI GLEB

Pomimo niewielkich różnic wysokości w profilach badanych gleb stwierdzono istotne odrębności uziarnienia i innych cech fizycznych (tab. 1 i 2). Płaskie zrównane powierzchnie zajmują typowe gleby opadowoglejowe (profil 1) odpowiadające kryterium *K r a u s s a* [8] oraz *M ü c k e n h a u s e n a* i *Z a k o s k a* [9]. Dwudzielna warstwa gliny pokrywowej miąższości 18-20 cm zalega na odwapnionych do 60-70 cm łańch poziomu *Bvtg*, zawierającego powyżej 60% części spławialnych (tab. 1). W glinie pokrywowej wytworzył się poziom *Ag* barwy czarnej do popielatoszarej, o wysokiej porowatości ogólnej wynoszącej ponad 60%. Przechodzi on w szarozielony poziom *g*, również silnie porowaty (tab. 2), wyraźnie wzbogacony w części szkieletowe leżące na ogół bezpośrednio na łańch poziomu *Bvtg*. Na podstawie krzywych kumulacyjnych uziarnienia [5] można sądzić, że poziom *g* powstał w cienkiej warstwie fluwialnych osadów gruboziarnistych, przykrytych glinami lokalnego pochodzenia.

T a b e l a 1

Uziarnienie badanych gleb opadowoglejowych - Grain size of the pseudogley soils investigated

Nr poletka  Plot No.	Poziom gene- tyczny Genetic horizon	Głębokość cm Sampling depth cm	Części szkieletowe w % Skeleton particles, %			Części ziemiste w % - Fine earth particles, %							
			> 20 mm	20-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,005 mm	0,005-0,002 mm	< 0,002 mm
1	Ag	5-10	0	0,2	0,3	9	17	35	7	9	10	5	8
	g	15-20	2,4	0,5	0,8	5	17	19	10	8	14	11	16
	Bvtg	30-40	0	0	0	4	9	20	7	3	12	15	30
	Bvtg	60-70	0	0	0	2	4	22	4	4	14	18	32
	Cwg	80-90	0	0	0	0	1	12	11	2	11	28	35
	Cwg	110-120	0	0	0	2	2	11	2	5	16	26	35
	Dwg	130-140	5,2	0,1	0	4	9	15	6	5	16	17	28
2	Ag	5-10	0	0,2	0	4	11	30	7	6	10	10	22
	g	15-20	0	0	0	2	13	23	5	6	14	12	25
	Bvtg	35-45	0	0	0	1	3	8	2	3	11	20	52
	Cwg	70-80	0	0	0	0	1	10	3	4	10	23	49
	Cwg	130-140	0	0	0	0	1	12	5	3	11	21	47

Ważniejsze właściwości fizyczne badanych gleb opadowoglejowych  
More important physical properties of the pseudogley soils investigated

Nr profilu Profile No.	Poziom genezyiczny Genetic horizon	Głębokość cm Sampling depth. cm	Ciężar właściwy G/cm <sup>3</sup> Specific gravity G/cm <sup>3</sup>	Ciężar objętościowy g/cm <sup>3</sup> Bulk density g/cm <sup>3</sup>	Maksymalna higroskopijność % Maximum higrscopicity %	Porowatość ogólna % Total porosity %	Pojemność wodna - % Water capacity			Pojemność powietrzna minimalna, % Air capacity, min. %
							kapilarna max capillary	polowa field	biologicznie nieaktywna biologically inactive	
1	Ofh	0-5	1,78	0,14	21,76	92,14	43,20	20,85	5,18	48,94
	Ag	5-10	2,50	0,89	4,09	64,40	52,56	30,75	6,19	11,84
	g	15-20	2,67	1,14	4,83	57,30	43,60	26,03	9,36	13,70
	Bvtg	30-40	2,67	1,38	10,19	48,32	48,12	42,80	23,91	0,20
	Bvtg	60-70	2,78	1,34	12,20	51,81	44,58	40,49	27,79	7,23
	Cwg	80-90	2,78	1,57	9,93	43,17	42,87	37,15	26,50	0,30
	Dwg	130-140	2,69	1,35	8,05	49,81	45,15	37,95	20,88	4,66
2	Olh	0-2	1,88	0,20	13,68	88,19	62,14	30,78	6,35	26,05
	Ag	5-10	2,52	0,90	8,90	64,29	58,13	48,83	13,62	8,16
	g	15-20	2,59	0,96	7,01	62,93	54,08	39,81	11,44	8,85
	Bvtg	35-45	2,67	1,28	12,79	52,05	51,83	40,40	27,83	0,22
	Cwg	70-80	2,69	1,40	12,42	47,95	47,70	38,32	29,56	0,25
	Cwg	130-140	2,61	1,46	10,14	43,68	43,43	31,64	25,17	0,25

Z układu porowatości ogólnej, pojemności wodnej kapilarnej maksymalnej i pojemności powietrznej minimalnej w profilu badanej gleby (tab. 2) wnioskujemy, że poziomy *Bvtg*, *Cwg* i *Dwg* typowej gleby opadowoglejowej po pełnym wysyceniu wodą kapilarną podpierają wody grawitacyjne w poziomach *g* i *Ag*. W okresach nasycenia wodą w poziomach *g* i *Ag* w większych porach niekapilarnych przebiegają procesy redukcyjne i uruchamianie tlenków żelaza i manganu. W poziomach *Bvtg*, *Cwg* i *Dwg* w okresach zimnych następuje odwapnienie, stwierdzone zresztą przez Blumego [2] w podobnym środowisku glebowym. Równolegle w zakwaszonym redukcyjnym środowisku w obecności rozpuszczalnych kwaśnych substancji organicznych, pochodzących z warstwy butwiny, przebiegają lokalne migracje Fe i Mn. W rezultacie w poziomach tych powstaje marmurkowatość. Natomiast w poziomach *Ag* i *g* wody opadowe stagnujące przez dłuższe okresy wysycają całkowicie wolne przestrzenie i powodują w kwaśnym środowisku znacznie intensywniejsze procesy redukcyjne (tab. 3). Według Blumego [2] w tych warunkach może występować okresowe zahamowanie biologicznego rozkładu ściółki, a organiczne kwasy i chelatory dłużej działają na mineralne składniki gleby.

W okresach silniejszego parowania wód znajdujące się w roztworach składniki mineralne i organiczne wytrącają się w poziomie *Ag* i *g* w postaci czerwonobrunatnych kongrecji wielkości 2–4 mm, cementujących te poziomy w zwięzłe skały. W tej fazie w poziomie *Bvtg* następują intensywne migracje roztworów ku powierzchni gleby. Ich skutkiem jest zubożenie tego poziomu w Mn [4] i Fe, jak również zmniejszenie ilości wymiennego Ca, Mg i Na w stosunku do zawartości tych składników w poziomie *Cwg* (tab. 4). Silne wymycie zasad, największe w poziomach *Ag* i *g*, i wysycenie tych poziomów jonami wodorowymi (tab. 4), a także występowanie w nich próchnicy o stosunkach C:N szerszych niż 10:1 i wytworzenie warstwy butwiny *Ofh* są bezpośrednimi wskaźnikami działania redukcyjnego, skutkiem czego następuje zakwaszenie gleby hamujące biologiczne procesy przez okresowo stagnujące wody.

Obok typowych gleb opadowoglejowych w mikroobniżeniach wytworzyły się gleby opadowoglejowe brunatne (profil 2) o innym uziarnieniu i innych właściwościach wodno-powietrznych, podobnych do pelosoli opadowoglejowych wyróżnianych przez Mückenhausen [9] lub odmiany eutroficznej gleb opadowoglejowych ciężkich opisanych przez Uggłę i Ferczyńską [12]. Nie występuje w nich warstwa gliny pokrywowej, a ily są w warstwach powierzchniowych do głębokości 10–25 cm wzbogacone we frakcje piasku ze śladami części szkieletowych (tab. 1). Poziom *Bvtg* jest nieznacznie wzbogacony w ily koloidalny w stosunku do poziomu *Cwg* (tab. 3) występującego już od głębokości 60 cm.

Tabela 3

Chemiczne właściwości badanych gleb opadowoglejowych  
Chemical properties of the pseudogley soils investigated

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość cm Sampling depth cm	C %	N %	C:N	pH		Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe	CaCO <sub>3</sub> %
						H <sub>2</sub> O	KCl				
1	Ofh	0-5	29,70	1,573	18,2	4,9	4,4	ś1	1,6	1,6	0
	Ag	5-10	3,82	0,248	15,4	4,3	3,3	23,9	7,5	31,4	0
	g	15-20	1,49	0,127	11,7	4,9	3,7	36,0	2,0	38,0	0
	Bvtg	30-40	0,45	0,058	7,8	5,6	4,6	29,5	1,6	31,1	0
	Bvtg	60-70	0,43	0,042	10,3	6,4	5,3	34,8	3,0	37,8	0
	Cwg	80-90	0,21	0,040	5,3	7,9	6,8	ś1	0,1	0,1	0
	Cwg	110-120	0,19	0,037	5,1	8,2	7,0	ś1	0,1	0,1	16,1
	Dwg	130-140	0,72	0,068	10,6	7,6	6,9	ś1	0,1	0,1	14,4
											0,8
2	Olfh	0-5	22,82	1,430	15,9	5,1	4,3	5,4	6,6	12,0	-
	Ag	5-10	5,00	0,397	13,2	5,0	3,9	27,9	6,7	34,6	0
	g	15-20	2,28	0,181	12,6	5,7	4,5	14,8	1,8	21,6	0
	Bvtg	35-45	0,27	0,042	6,8	5,8	4,4	30,9	1,5	32,4	0
	Cwg	70-80	0,25	0,050	5,0	7,8	6,9	4,9	1,3	6,2	0
	Cwg	130-140	0,20	0,040	5,0	8,0	6,9	ś1	ś1	ś1	2,6
											18,2

Tabela 4

Fizykochemiczne właściwości i skład kationów wymiennych badanych gleb opadowoglejowych  
Physico-chemical properties and the composition of exchangeable cations in pseudogley soils investigated

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość cm Sampling depth cm	S me	Hh me	T me	V %	Hw me	Ca	Mg	K	Na
								mg/100 g gleby mg/100 g of soil			
1	Ofh	0-5	50,80	15,60	66,40	76,5	3,16	800	52,0	94,0	7,5
	Ag	5-10	4,80	13,05	17,85	26,9	6,30	64	7,6	11,3	1,9
	g	15-20	16,50	10,50	17,00	38,2	8,29	74	12,8	9,6	1,9
	Bvtg	30-40	19,90	3,37	23,27	85,5	0,88	435	78,0	22,5	5,4
	Bvtg	60-70	26,60	1,35	27,95	95,2	0	570	92,0	24,5	6,8
	Cwg	80-90	-	0,30	-	-	0	2600	222,0	25,2	35,6
	Cwg	110-120	-	0,41	-	-	0	2350	192,0	24,4	30,2
	Dwg	130-140	-	0,75	-	-	0	2470	200,0	21,2	21,8
2	Olfh	0-2	21,00	12,30	33,30	63,1	0,92	800	78,0	56,0	7,5
	Ag	5-10	15,30	11,40	26,70	57,3	2,11	640	68,0	23,4	5,4
	g	15-20	14,80	4,72	19,52	75,8	0,21	2350	200,0	20,0	5,4
	Bvtg	35-45	21,50	2,62	24,12	88,8	0,49	2470	260,0	90,0	8,6
	Cwg	70-80	-	0,45	-	-	0	2350	200,0	87,0	19,6
	Cwg	130-140	-	0,15	-	-	0	2830	222,0	92,0	-

Spiszczona warstwa z poziomami Ag i g ma porowatość ogólną ponad 60%, jednak pojemność wodna kapilarna maksymalna jest podobnie wysoka jak w glebie profilu 1. Wartość tej pojemności wodnej, prawie równa porowatości ogólnej w poziomach Bvtg, Bv i Cwg (tab. 2), wska-

zuje, że wody opadowe również i w tej glebie nie mogą przenikać w głąb. Stagnują one w warstwie spiaszczonej, nagromadzając się w obniżeniach i tworząc okresowe otwarte lustra wód. Przechodzące do roztworu składniki organiczne i mineralne są częściowo wynoszone poza środowisko glebowe przez powierzchniowo odpływające wody. Warunki redukcyjne, wymywanie zasad i humifikacja, są w zasadzie podobne do gleb opadowoglejowych typowych. Niemniej większa wilgotność gleby opadowoglejowej brunatnej przyczyniła się do akumulacji znacznych ilości substancji organicznych w poziomach *Ag* i *g*, aczkolwiek w warstwie nadkładu organicznego typu higromoder substancja organiczna zazwyczaj jest lepiej rozkładana w związku z jej wyższym wysyceniem zasadami (tab. 4).

#### CHARAKTERYSTYKA SYSTEMÓW KORZENIOWYCH

Już wstępny wgląd w stosunki ilościowe systemów korzeniowych (tab. 5, rys. 1 i 2) wskazuje na ponad trzykrotnie większą ich sumę ogólną w glebie opadowoglejowej brunatnej niż w glebie opadowoglejowej typowej. W glebie opadowoglejowej brunatnej system korzeniowy sięga maksymalnie do głębokości 100 cm, a ponad 94% masy korzeni, w tym 38% liczby korzeni chłonnych, znajduje się w warstwie 12–14-centymetrowej. Natomiast w glebie opadowoglejowej właściwej około 63% masy korzeni, w tym 61% liczby korzeni chłonnych, występuje w warstwie 130-centymetrowej. Choć średnia masa korzeni o średnicy mniejszej niż 2 mm jest w obu glebach podobna, to jednak w glebie opadowoglejowej brunatnej korzenie grube przeważają bezpośrednio pod lub na powierzchni gleby mineralnej w nadkładzie organicznym. Natomiast w glebie opadowoglejowej typowej korzenie drzew są słabiej rozwinięte, liczniejsze jednak i bardziej skoncentrowane w górnej części profilu w poziomach *Ofh* i *Ag*. Jest to skutek nie sprzyjających warunków wodno-powietrznych i fizykochemicznych w poziomach *g* i *Bvtg*. Już od poziomu *g* w głąb gleby opadowoglejowej typowej przypada poniżej 1 korzenia na 1 dm<sup>2</sup> (tab. 6, rys. 1). Natomiast w glebie opadowoglejowej brunatnej jeszcze w poziomie *Bvtg* znajduje się powyżej 1 korzenia na 1 dm<sup>2</sup> (rys. 2). Jedną z przyczyn tych różnic jest brak w mikroobniżeniach świerka posiadającego bardzo płytki system korzeniowy. Inną charakterystyczną cechą jest nieregularność rozmieszczenia korzeni w poziomach *Bvtg* badanych gleb, zazwyczaj występujących w szczelinach między agregatami glebowymi o powierzchniach wybitych przez procesy redukcyjne.

Analiza składu chemicznego (tab. 7) wykazała, że najbogatsze w azot są korzenie w poziomach *Ofh* i *Ag*, zasobnych w substancje organiczne.

T a b e l a 5

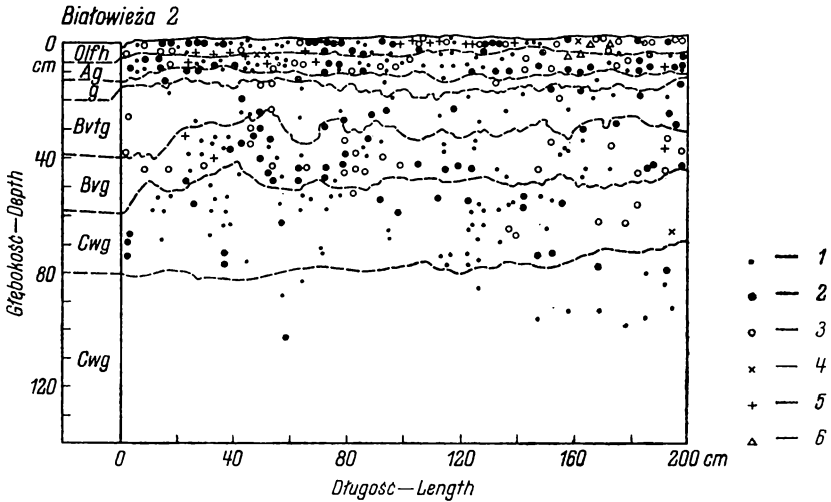
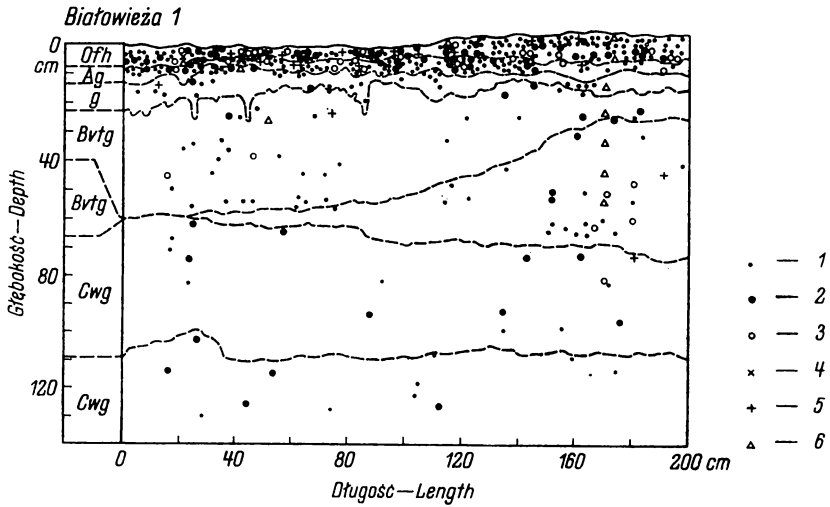
Masa korzeni według klas grubości w gramach na 1 dcm<sup>3</sup> gleby  
Bulk of roots according to their thickness classes in grams per 1 dcm<sup>3</sup> of soil

Głębokość zalegania warstw Horizon depth	< 1 mm	1-2 mm	2-5 mm	5-10 mm	10-20 mm	> 20 mm	Suma Sum
Profil nr 1 Profile No. 1							
2,5-0	0,195	0,133	0,114	0,190	0	0	0,627
0-10	0,244	0,173	0,350	0,685	0,925	0	2,380
10-20	0,018	0	0,032	0	0	0	0,049
20-30	0,003	0	0,065	0,297	0	0	0,365
30-40	0,013	0,019	0,042	0	0	0	0,074
40-50	0,013	0,036	0,007	0	0	0	0,207
50-60	0,017	0	0,350	0	0	0	0,367
60-70	0,008	0,009	0,049	0	0	0	0,065
70-80	0,007	0,004	0,052	0	0	0	0,063
80-90	0,004	0,004	0	0	0	0	0,008
90-100	0,011	0,045	0,035	0	0	0	0,090
100-110	0,006	0,032	0	0	0	0	0,032
110-120	0,007	0,026	0	0	0	0	0,033
120-130	0,009	0,028	0	0	0	0	0,037
Σ	0,544	0,669	1,099	1,172	0,925	0	4,409
$\bar{x}$	0,041	0,050	0,083	0,088	0,070	0	0,333
Profil nr 2 Profile No. 2							
2,5-0	0,224	0,107	0,811	1,465	3,585	6,012	12,204
0-10	0,241	0,136	0,313	0,125	0	0	0,815
10-20	0,047	0,069	0	0	0	0	0,115
20-30	0,019	0,014	0,026	0	0	0	0,059
30-40	0,004	0,027	0	0,140	0	0	0,172
40-50	0,012	0,024	0,135	0	0	0	0,171
50-60	0,009	0,031	0	0,123	0	0	0,153
60-70	0,035	0,017	0,041	0	0	0	0,093
70-80	0,005	0,007	0	0	0	0	0,012
80-90	0,014	0,060	0	0	0	0	0,074
90-100	0,014	0	0	0	0	0	0,014
100-110	0	0	0	0	0	0	0
110-120	0	0	0	0	0	0	0
120-130	0	0	0	0	0	0	0
Σ	0,624	0,491	1,325	1,877	3,585	6,012	13,915
$\bar{x}$	0,047	0,037	0,100	0,141	0,274	0,479	1,075



Masa korzeni w grupach średnio w profilach badanych gleb  
Weight of roots in particular groups of diameters in outcrops of the soil under study

Nr pro- filu Out- crop No.	Głębokość cm Depth cm	Odpowia- jące pozio- my gene - tyczne Correspon- ding gene- tic horizon	Średnice korzeni - mm - Root diameter, mm													
			< 1,0		1-2		2-5		5-10		10-20		> 20		Σ	
			g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	0-10	Ol,Ofn,P	0,13	1,09	0,49	4,12	2,62	22,03	3,09	25,99	1,21	10,18	0	0	7,87	66,19
	10-20	P	0,02	0,17	0,33	2,77	0,74	6,22	2,30	19,34	0	0	0	0	3,09	25,99
	20-30	P	0	0	0,02	0,17	0	0	0,06	0,50	0	0	0	0	0,08	0,67
	30-40	P,Bvtg	0	0	0,05	0,42	0,07	0,59	0	0	0	0	0	0	0,12	1,01
	40-50	Bvtg	0	0	0,01	0,08	0,03	0,25	0	0	0	0	0	0	0,04	0,34
	50-60	Bvtg	0	0	0	0	0	0	0,22	1,85	0	0	0	0	0,22	1,85
	60-70	Bvg	0	0	0	0	0,15	1,26	0	0	0	0	0	0	0,15	1,26
	70-80	Bvg	0	0	0,03	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,25
	80-90	Bvg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	90-100	Bvg,Cg	0	0	0	0	0,07	0,59	0	0	0	0	0	0	0,07	0,59
	100-110	Cg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	110-120	Cg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	120-130		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	130-140		0	0	0	0	0,22	1,85	0	0	0	0	0	0	0,22	1,85
	140-150		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0-150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,89	100



Rys. 1. Rozmieszczenie systemów korzeniowych drzew zespołu *Quercus-Carpinetum stachyetosum silvaticae* w glebie opadowoglejowej typowej  
średnice korzeni: 1 — < 1,0 mm, 2 — 1,0-2,0 mm, 3 — 2,0-5,0 mm, 4 — 5,0-10,0 mm, 5 — 10,0-20,0 mm, 6 — > 20,0 mm

Distribution of tree root systems of the *Quercus-Carpinetum stachyetosum silvaticae* association in a typical pseudogley soil

Root diameter: 1 — < 1.0 mm, 2 — 1.0-2.0 mm, 3 — 2.0-5.0 mm, 4 — 5.0-10.0 mm, 5 — 10.0-20.0 mm, 6 — > 20.0 mm

Rys. 2. Rozmieszczenie systemów korzeniowych drzew zespołu *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* w glebie opadowoglejowej brunatnej  
oznaczenia jak w rys. 1

Distribution of tree root systems of the *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* association in brown pseudogley soil

denotations — see Fig. 1

Tabela 7

Zawartość azotu, potasu i fosforu w suchej masie korzeni  
w profilu glebowym  
Nitrogen, potassium and phosphorus concentration in dry matter  
of roots in the soil profile

Nr profilu Profile No.	Głębokość pobrania próbki, cm Sampling depth, cm	N %	K %	P %
1	5-0	1,32	0,30	0,12
	0-10	1,02	0,39	0,09
	10-20	0,41	n.o.	n.o.
	20-30	0,44	0,28	ślady
	30-40	0,60	n.o.	0,20
	40-50	0,55	0,20	0,04
	50-60	0,41	0,28	0,03
	60-70	0,63	1,03	0,16
	70-80	0,33	0,39	0,05
	80-90	0,28	n.o.	n.o.
	90-100	0,58	1,40	0,22
	100-110	0,60	2,35	0,26
	110-120	0,63	1,65	0,39
120-130	0,47	2,62	0,37	
2	5-0	1,15	0,92	0,13
	0-10	1,21	0,92	0,10
	10-20	0,82	0,63	0,15
	20-30	0,71	0,30	0,10
	30-40	0,36	0,73	0,05
	40-50	0,44	0,69	0,06
	50-60	0,38	0,28	0,03
	60-70	0,51	2,95	0,35
	70-80	0,21	n.o.	n.o.
	80-90	0,30	0,46	0,11
	90-100	0,37	n.o.	n.o.

Zawartość potasu i fosforu jest natomiast niska. W korzeniach sięgających głębiej zawartość azotu maleje od 2 do 4 razy w stosunku do znajdujących się w poziomach *Ofh* i *Ag*. Zawartość potasu i fosforu w korzeniach jest z kolei w poziomach *Cwg* bardzo wysoka, potasu 3-8-krotnie, a fosforu 2-3-krotnie wyższa niż w korzeniach z poziomów *Ofh* i *Ag*. Zróżnicowany skład chemiczny badanych korzeni w pionie profilu jest związany przede wszystkim z dostępnością poszczególnych pierwiastków w poziomach genetycznych. Fosfor należy wprowadzić do składników

trudno rozpuszczalnych, według jednak danych Blacka [1] istnieją odwrotne zależności między zawartością w glebach fosforu a ilością opadów. Według Blumego [2] w poziomach opadowoglejowych fosfor jest uwsteczniany w plamach i konkrecjach rdzawych. Łatwo wymywany z gleb jest potas, w warunkach zlej aeracji maleje jego dostępność dla roślin.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Ekologiczne następstwa występowania poziomów opadowoglejowych w glebach odzwierciedlają się w składzie chemicznym powietrza glebowego, które w tych warstwach ma mało tlenu i nadmiar  $\text{CO}_2$ . Ogranicza to wzrost korzeni drzew, powodując istotne przekształcenia ich pokroju i zasięgu [2, 9, 11]. Miąższość gleby, w której istnieją warunki rozwoju korzeni, zależy od głębokości zalegania poziomu trudno przepuszczalnego, podpierającego grawitacyjne wody pochodzenia opadowego. Wiadomo, że w przypadku skrajnie płytkiego poziomu opadowoglejowego korzenie drzew rozwijają się w warstwie butwiny nad glebą mineralną lub w przypadku braku nadkładu organicznego płożą się bezpośrednio na powierzchni gleby [7, 8]. Pod wpływem bardzo płytkiego występowania okresowych wód stagnujących lub ich pojawiania się na powierzchni następuje ograniczenie zasięgu systemów korzeniowych w glebach, bez względu na gatunek drzewa. Wpływa to oczywiście na skład chemiczny korzeni.

W przeciwieństwie do opadowoglejowych gleb opisanych przez Konecką-Betley i współautorów [3] oraz Blumego [2] w badanych glebach o stosunkowo niskim ciężarze objętościowym poziomów *Butg* i *Cwg* (od 1,28 do 1,57) przyczyną stagnowania wód jest kapilarna pojemność wodna dochodząca do 100% ogólnej porowatości i skrajnie mała powietrzna pojemność minimalna wynosząca od 0,30 do 0,20%. Wobec bardzo słabo nachylonego reliefu i wytworzonej mozaiki mikrowgłębień już niewielkie ilości opadów powodują typową dla gleb opadowoglejowych stagnoprzemysłową gospodarkę wodną ze skrajnymi stanami wilgotności. Procesy przemylwania wgłębnego są stosunkowo niewielkie, co widoczne jest w małym wzbogaceniu poziomów *Butg* w il koloidalny. Pomimo tego w lokalnym zasięgu tych poziomów powstaje marmurkowatość, sięgająca do węglanowych poziomów. Powierzchniowe wody odprowadzają z tych gleb rozpuszczone substancje mineralne i organiczne. W czasie okresowych procesów redukcyjnych następuje zakwaszenie i zubożenie zasadowych składników w poziomach glebowych znajdujących się w zasięgu procesów glejowych, co się odzwierciedla w ilości i jakości korzeni drzew. Znana zależność między liczbą korzeni chłonnych

o średnicy  $<1$  mm a stopniem wysycenia gleby kationami zasadowymi [6] w badanych glebach potwierdza się jedynie częściowo. W silniej wysyconych zasadami poziomach *Ofh* znajdują się mianowicie największe ilości tych korzeni. W rozproszeniu występują one w smugach i plamach marmurkowatości w poziomach *Bvtg* oraz *Cwg* i *Dwg*, o stopniu wysycenia zasadami wyższym od 85%. W tym ostatnim przypadku sprzeczność jest pozorna, gdyż materiał glebowy wewnątrz smug marmurkowatości jest zazwyczaj odwapniony i bardziej zakwaszony od otaczającego środowiska.

Przedstawione wyniki badań pozwalają sprecyzować następujące wnioski:

1. W glebach opadowoglejowych wytworzonych z peryglacjalnie płytko spiaszczonych ilów w terenach płaskich już niewielka ilość opadów może powodować intensywne procesy redukcyjne. Są one uwarunkowane bardzo płytkim zaleganiem poziomu bogatego w części spławialne, o niskim ciężarze objętościowym i pojemności wodnej kapilarnej zbliżającej się do porowatości ogólnej. Poziom ten podpira wody grawitacyjne w spiaszczonej pokrywie.

2. Występujące często skrajne stany wilgotności gleby zubożyły poziomy *Ag* i *g* w składniki pokarmowe, spowodowały częściowe ich wymycie lub uwstecznienie, ogólne zakwaszenie, okresowe zahamowania biologicznego rozkładu ściółki z wytworzeniem organicznego nakładu typu higromoder. Warunki takie determinują ilościowy i jakościowy skład korzeni niezależnie od gatunku drzew.

3. W glebie opadowoglejowej typowej, z bardzo płytko występującym poziomem *g*, do głębokości 12–15 cm koncentruje się około 63% całkowitej masy korzeni i ponad 62% korzeni chłonnych, a w glebie opadowoglejowej brunatnej — 94% całkowitej masy i 38% liczby chłonnych korzeni, z tego ponad połowa masy i liczby korzeni chłonnych w poziomach *Ofh*. W poziomie *Ofh* i na powierzchni gleb opadowoglejowych brunatnych dominują płożące się korzenie grubsze.

4. Najbogatsze w azot są korzenie w poziomach *Ofh* i *Ag*, zasobnych w substancje organiczne, niskie jest natomiast w tych korzeniach stężenie potasu i fosforu. W mineralnych poziomach stężenie azotu w korzeniach maleje z głębokością 2–4-krotnie, wzrasta stężenie potasu 3–8-krotnie, a fosforu 2–3-krotnie w poziomach *Cwg*.

#### LITERATURA

- [1] Black C. A.: Soil-plant relationship. II Ed. New York 1968.
- [2] Blume H. P.: Stauwasserböden. Abh. d. Univ. Hohenheim. Bd. 42. Stuttgart 1968.
- [3] Konecka-Betley K., Borek S., Czarnowska K., Kęпка M.,

- Królowa H., Łakomiec I., Kobylińska J.: Wpływ procesu odgórnego oglejenia na kształtowanie się gleb wytworzonych z gliny zwałowej. Roczn. glebozn. 21, 1970, 1, 21–50.
- [4] Kowalkowski A., Nowak G.: Ogólne zasoby manganu w niektórych glebach leśnych i uprawnych. Roczn. WSR w Poznaniu. 29, 1965, 141–149.
- [5] Kowalkowski A., Staszewski T.: Wstępne wyniki badań nad metodyką określania jednorodności skał macierzystych gleb pochodzenia lodowcowego. Roczn. glebozn. 15, 1965, 1, 21–36.
- [6] Kowalkowski A., Hoffmann M., Fecko D.: Rozwój systemu korzeniowego wiśni w glebach płowych opadowoglejowych przy różnych systemach uprawy. Roczn. glebozn. 24, 1973, 2, 299–315.
- [7] Kowalkowski A., Król M.: Wpływ wodno-powietrznych warunków w katenie lessowych gleb na systemy korzeniowe drzewostanu jodłowego. Roczn. glebozn. 19, 1978, 3, 27–44.
- [8] Krauss G., Härtel F., Müller K., Gärtner G., Schanz H.: Standortsgemässe Durchführung der Abkehr von der Fichtenwirtschaft im nordwertsächsischen Niederland. Thar. Forst. Jb. 90, 1939, 7/9, 481–574.
- [9] Mückenhausen E., Zakosek H.: Das Bodenwasser. Notizbl. d. Hess. Landesamtes f. Bodenforsch. zu Wiesbaden 89, 1961, 400–414.
- [10] Prusinkiewicz Z., Kowalkowski A.: Studia gleboznawcze w Białowieskim Parku Narodowym. Roczn. glebozn. 15, 1964, 2, 161–304.
- [11] Tölle H.: Durchwurzelungsverhältnisse mittelalter Kiefernbestände. Arch. Forstwes. 16, 1967, 6/9, 775–779.
- [12] Ugglia H., Ferczyńska Z.: Studia nad właściwościami gleb opadowoglejowych pod lasami liściastymi w terenach falistych Pojezierza Mazurskiego. Roczn. glebozn. 26, 1975, 1, 3–26.

#### А. КОВАЛЬКОВСКИ

### ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ПСЕВДОГЛЕЕВЫХ ПОЧВ НА КОРНЕВУЮ СИСТЕМУ ВЛАЖНЫХ ГРАБОВЫХ ЛЕСОВ В БЕЛОВЕЖСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Отделение почвоведения и удобрения,  
Исследовательский институт лесоводства, Варшава–Сенкоцин

#### Резюме

В 1971–1974 годах были проведены исследования, цель которых состояла в познании распределения корней у деревьев из лесных сообществ *Quercus-Carpinetum stachyetosum silvaticae* и *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* на псевдоглеевых почвах в Беловежском заповеднике. Установлено, что в испытуемых псевдоглеевых почвах илов (табл. 1) уже небольшие количества атмосферных осадков могут способствовать интенсивному ходу восстановительных процессов. Главной причиной такого положения является неглубокое залегание горизонта *B<sub>vtg</sub>* богатого илистой фракцией почвы, имеющего низкий объемный вес и капиллярную влагоемкость близкую общей пористости (табл. 2). В результате насыщенности капиллярно подвешенной влагой этот горизонт подпирает гравитационные воды в горизонте *Ag* и *g*. Многократное выступление экстремальных увлажнений привело к оскудению и ретроградации питательных элементов в горизонтах *Ag* и *g*, к повышению кислотности (табл. 3 и 4) и способствовало пе-

риодическому торможению биологического разложения лесной подстилки с образованием гумуса типа гидромодер (табл. 3). В типичной псевдоглеевой почве с весьма неглубоким залеганием горизонта *g* до 12–15 см глубины сосредотачивается около 63% от общей корневой массы и свыше 61% абсорбирующих корней. В бурой псевдоглеевой почве на этой-же глубине скопилось 94% от корневой массы и 38% от числа абсорбирующих корней (табл. 5 и 6). Половина общей массы корней находится в горизонтах *Ofh* (рис. 1 и 2). Наиболее богаты азотом (табл. 7) корни из горизонтов *Ofh* и *Ag*, хорошо обеспеченных органическим веществом (табл. 3). В корнях отмечается невысокая концентрация калия и фосфора. В нижней части почвенного профиля концентрация азота в корнях уменьшается с глубиной даже 2–4-кратно. В горизонтах *Cwg* концентрация калия повышается 3–8-кратно и фосфора 2–3-кратно.

A. KOWALKOWSKI

## EFFECT OF PROPERTIES OF PSEUDOGLEY SOILS ON ROOT SYSTEMS OF BOG ISLAND TREESTANDS IN THE BIAŁOWIEŻA NATIONAL PARK

Department of Soil Science and Fertilization, Forestry Research Institute,  
Warszawa-Sękocin

### Summary

In the period 1971–1974 investigations aiming at recognition of distribution of forest tree roots of the *Quercus-Carpinetum stachyetosum silvaticae* and *Quercus-Carpinetum caricetosum pilosae* associations in pseudogley soils of the Białowieża National Park were carried out. It has been found that in the pseudogley soils investigated, developed from periglacially sanded clays (Tab. 1) even low atmospheric precipitation amounts can result in intensive reduction processes. A main cause of this phenomenon is a very shallow occurrence of the *Bvtg* horizon rich in clay and silt particles, with low bulk density and capillary water capacity approximating the total porosity (Tab. 2). Upon saturating with capillary perched water, this horizon impounds gravity waters in the *Ag* and *g* horizons. Frequent extreme moisture levels led to an impoverishment and retardation of nutrient elements in the *Ag* and *g* horizons, at their simultaneous acidification (Tables 3 and 4) with periodical inhibition of the biological decomposition of litter and the formation of an organic horizon of the hydromoder type (Tab. 3). In a typical pseudogley soil, with very shallow *g* horizon, about 63% of total bulk of roots and over 61% of absorbing roots are concentrated in the layer to the depth of 12–15 cm. In brown pseudogley soil 94% of root bulk and 38% of absorbing roots concentrate to the above depth (Tables 5 and 6). A half of the total bulk of roots lies in the *Ofh* horizon (Figs. 1 and 2). The richest in nitrogen (Tab. 7) are roots in the *Ofh* and *Ag* horizons, abundant in organic matter (Tab. 3). The phosphorus and potassium concentration in roots is low. In lower part of the soil profile the nitrogen concentration in roots decreases 2–4 fold along with the depth. The concentration of potassium in the roots increases 3–8 fold, of phosphorus 2–3 fold in the *Cwg* horizon.

