

GRAŻYNA RZEŚNIEWIECKA-SULIMIERSKA, WOJCIECH CIEŚLA,
JÁN KOPER

BADANIA NAD GLEBOWYM FOSFOREM ORGANICZNYM CZĘŚĆ I. FOSFOR ORGANICZNY NA TLE ZAWARTOŚCI C, N i S W NIEKTÓRYCH GLEBACH UPRAWNYCH I LEŚNYCH

Zakład Biochemii i Zakład Gleboznawstwa Instytutu Rolniczego ATR w Bydgoszczy

WSTĘP

Fosfor organiczny nagromadza się zwykle w powierzchniowych warstwach gleby, a jego ilość maleje wraz z głębokością [3, 8]. Podobne jest rozmieszczenie materii organicznej w większości profilów glebowych, co mogłoby sugerować zależność między ilością fosforu organicznego a ilością pozostałych składników materii organicznej. Zdania jednak na ten temat są podzielone. *Barrow* [2] na podstawie swych badań wnioskuje, że siarka występuje w materii organicznej w dość stałych ilościach, a zawartość fosforu należy uważać za wartość zmienną. Natomiast badania *Acquaye'a* [1] i *Walkera* [16] wykazują, że ilości węgla, azotu, siarki i fosforu organicznego w większości badanych przez nich gleb były ze sobą skorelowane. Brak korelacji między ilością fosforu organicznego a ilością siarki i azotu stwierdził *Williams* [17], tłumacząc to występowaniem w glebach związków fosforoorganicznych nie zawierających tych pierwiastków.

Zawartość fosforu organicznego w glebach uformowanych z podobnej skały macierzystej, ale w innych warunkach klimatycznych jest różna. Zwykle intensywne opady i wysoka temperatura powodują obniżanie się zawartości fosforu organicznego w glebach [2]. Z przeprowadzonych badań nad rozmieszczeniem fosforu organicznego [3, 11, 15] wynika, że istnieją wyraźne różnice w ilości fosforu organicznego w różnych frakcjach mechanicznych gleby. Najwięcej fosforu organicznego wiąże się z najdrobniejszą frakcją i stopniowo ilość ta maleje ze wzrostem wielkości cząstek.

Badania nad zawartością fosforu organicznego w glebach Polski, zapoczątkowane przez *Boratyńskiego* [4] w 1939 r., były kontynuowane w latach późniejszych [18, 13, 5, 6]. Jednakże wiele jest jeszcze na tym odcinku do zrobienia.

W naszej pracy badaliśmy zawartość i rozmieszczenie fosforu organicznego gleb, które różnią się znacznie genezą i właściwościami. Ponadto staraliśmy się określić zależność fosforu organicznego od węgla, azotu i siarki.

W niektóre podstawowe dane badanych profilów glebowych
Some basic data of investigated soil profiles

Typ gleby Soil type	Miejscowość i nr profilu Locality and profile No.	Poziom ^x Horizon ^x	Głębokość pobrania Sampling depth cm	Zawartość frakcji ziemistych w % Content of fine earth particles in %				pH	
				1-0,1	0,1-0,02	0,02 - 0,002	< 0,002	H ₂ O	KCl
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gleby uprawne - Arable soils									
Czarnoziemny leśno-łąkowe właściwe typical forest-meadow chernozems	1 Kruśliwiec	A ₁ p	5-10	40	40	7	13	7,5	6,8
		A ₁ ,2	28-35	36	36	10	18	7,6	6,9
		A ₁ /C	35-45	40	32	11	17	8,1	7,2
	2 Krusza Duchowna	A ₁ p	5-15	47	36	10	7	7,7	7,0
		A ₁ ,2	28-35	49	31	11	9	7,9	7,4
		A ₁ ,3	40-45	46	36	10	7	8,1	7,4
	3 Szadłowice	A ₁ p	5-10	40	41	11	8	7,0	6,0
		A ₁ ,2	10-20	49	31	10	10	6,9	6,1
		A ₁ ,3	20-30	50	31	10	9	6,9	6,1
		A ₁ ,4	30-40	44	37	10	9	7,1	6,3
		A ₁ ,5	40-50	30	44	14	12	7,4	6,4
		A ₁ ,6	50-60	37	40	13	10	7,2	6,3
A ₁ /C		60-70	28	44	16	12	7,5	6,7	
4 Chojno	A ₁ p	5-15	47	35	7	11	7,1	6,2	
	A ₁ ,2	30-40	43	40	5	12	7,4	6,7	
	A ₁ /C	45-55	38	33	12	17	7,9	7,0	
5 Cieślin	A ₁ p	5-15	38	41	13	8	7,5	6,7	
	A ₁ ,2	30-40	38	41	8	13	7,5	6,8	
	A ₁ ,3	50-60	36	33	13	18	7,7	6,9	
	/B/	60-70	27	37	16	20	7,8	7,0	
6 Dobieszawice	A ₁ p	10-20	45	28	14	13	7,8	7,1	
	A ₁ ,2	31-38	34	42	18	6	7,7	7,0	
	A ₁ ,3	40-55	40	33	14	13	8,0	7,2	
	A ₁ ,4	63-70	38	34	16	12	8,0	7,1	
	A ₁ ,5	78-85	37	36	14	13	8,0	7,3	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Gleby uprawne - Arable soils										
Gleby brunatne właściwe Typical brown soils	7 Mierzwin	A _{1p}	5-15	42	42	9	7	7,2	6,5	
		A _{1,2}	20-28	41	40	10	9	7,1	6,4	
		A _{1/B}	40-45	34	36	13	17	7,4	6,5	
		/B/	64-70	36	34	12	18	7,6	6,8	
	8 Batkowo	A _{1p}	5-15	40	37	13	10	7,0	6,3	
		A _{1,2}	25-30	43	35	14	8	7,4	6,7	
		/B/	50-75	37	31	16	16	7,7	6,9	
	9 Żelechlin	A _{1p}	5-15	40	42	11	7	6,5	5,7	
		A _{1,2}	20-30	47	38	9	7	6,8	5,9	
		A _{1,3}	40-50	40	40	12	8	7,1	6,8	
	Gleby leśne ⁺ Forest soils ⁺									
	Gleba rdzawo-brunatna Brown rust-coloured soil	10 Piwnice	A _{0L}	5-3,5	-	-	-	-	4,2	3,7
A _{0F}			3,5-1,5	-	-	-	-	4,0	3,2	
A _{0fh}			1,5-0	-	-	-	-	3,8	2,9	
A _{h1}			0-5	76	15	3	6	3,9	3,1	
A _{h2}			5-10	84	11	2	3	4,2	3,5	
Bielica - Podzol			11 Góra Chełmska	A _{0L}	9-7,5	-	-	-	-	3,5
A _{0F}	7,5-3,5	-		-	-	-	3,3	2,5		
A _{0H}	3,5-0	-		-	-	-	3,1	2,3		
A _{eh}	0-5	81		15	2	2	3,9	3,1		
A _e	15-30	98		7	2	3	5,0	4,0		
B _h	60-64	85		9	2	4	3,8	3,2		
B _{hs}	64-72	72		7	0	1	4,7	4,4		
B _e	80-90	95		3	1	1	5,2	4,3		
^z Cyfry po przecinku przy symbolu głównego poziomu oznaczają kolejne pobranie próbki z tego poziomu Figures after comma at the symbol denoting the main horizon mean the subsequent sampling of this horizon ⁺ Dane dotyczące dwu sąsiadujących ze sobą profilów - Data concerning two adjoining profiles										

OBIEKT BADAŃ

Badaniami objęto gleby uprawne Wysoczyzny Kujawskiej oraz dwa typy gleb leśnych.

Wybrane gleby uprawne to charakterystyczne dla Kujaw czarnoziemny leśno-łąkowe właściwe i zbrunatniałe oraz gleby brunatne właściwe [6]. Układ poziomów genetycznych zastosowano zgodnie z wcześniejszymi opracowaniami dotyczącymi gleb Wysoczyzny Kujawskiej podanymi przez Cieślę [6]. Z terenów leśnych wybrano rdzawobrunatne gleby z rezerwatu Las Piwnicki koło Torunia i bielice z rezerwatu Bielica na Górze Chełmskiej koło Koszalina. W opisie odkrywek leśnych posłużono się symboliką podaną przez Prusinkiewicza i Białego [14].

Ze względu na specyfikę badań próbki pobrano głównie z poziomów orno-próchnicznych i próchnicznych podornych gleb uprawnych. Z gleb leśnych pobrano próbki ze wszystkich poziomów próchnicy nakładowej i najbogatszych w materię organiczną poziomów mineralnych. W przypadku bielicy materiał do analiz pobrano również z poziomów iluwialnych, czyli w obrębie solum. Gleby leśne reprezentują każdorazowo dwa profile odległe 2–3 m od siebie (tab. 1).

METODY BADAŃ

W powietrznie suchym materiale glebowym wykonano następujące oznaczenia:

— fosfor ogółem metodą Mehra [12] w modyfikacji Andersona, fosfor organiczny obliczono z różnicy między ogólną ilością fosforu i fosforu nieorganicznego,

— zawartość frakcji mechanicznych w częściach ziemistych metodą Bouyoucosa, Cassagrande'a, Prószyńskiego,

— azot ogółem metodą Kjeldahla,

— siarkę ogółem metodą nefelometryczną Brodsleya-Lancastera w modyfikacji COMN-IUNG we Wrocławiu,

— węgiel organiczny metodą Tiurina, a w przypadku próchnicy nakładowej gleb leśnych zastosowano metodę Alena,

— pH mierzono pehametrem N-517 przy użyciu elektrody kombinowanej.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Fosfor ogółem i organiczny badanych gleb. Z uzyskanych danych dotyczących gleb uprawnych (tab. 2) wynika, że ogólna zawartość fosforu jest wyższa w czarnoziemach leśno-łąkowych niż w glebach brunatnych i wynosi odpowiednio w warstwie powierzchniowej 34,5 do 49,0 mg oraz 26,0 do 39,5 mg P/100 g gleby. Ilość fosforu organicznego w tej samej warstwie kształtuje się w granicach od 11 do 20 mg P/100 g gleby w czarnoziemach i od 10,5 do 14,5 mg P/100 g gleby w glebach brunatnych. Nie zaobserwowano znaczących różnic w zawartości tych form fosforu między czarnoziemami leśno-łąkowymi a zbrunatnia-

T a b e l a 2

Fosfor ogółem i organiczny w badanych glebach uprawnych
Total and organic phosphorus in investigated arable soils

Poziom i nr profilu Horizon and profile No.	P ogółem Total P mg/100 g	P organiczny Organic P mg/100 g	P organiczny w procencie w stosunku do P ogółem P organic in % in relation to P total
1 A _{1p}	34,5	11,0	31,9
A _{1,2}	41,0	16,0	39,0
A _{1/C}	28,0	12,5	44,6
2 A _{1p}	46,0	17,5	38,0
A _{1,2}	39,5	16,0	40,5
A _{1,3}	33,0	14,0	42,4
3 A _{1p}	49,0	16,0	32,7
A _{1,2}	43,0	19,0	44,2
A _{1,3}	39,0	14,0	35,9
A _{1,4}	39,5	13,0	32,9
A _{1,5}	34,5	14,5	42,0
A _{1,6}	36,5	13,0	35,6
A _{1/C}	36,5	12,0	32,3
4 A _{1p}	44,0	20,0	45,5
A _{1,2}	33,0	14,5	43,9
A _{1/C}	28,0	10,5	37,5
5 A _{1p}	49,0	17,5	35,7
A _{1,2}	47,5	16,0	33,7
A _{1,3}	39,5	12,5	31,7
/B/	28,5	10,0	35,0
6 A _{1p}	64,5	15,0	32,3
A _{1,2}	42,5	13,5	31,8
A _{1,3}	33,0	12,0	31,5
A _{1,4}	28,0	12,0	42,8
A _{1,5}	29,0	12,5	43,1
7 A _{1p}	39,5	14,5	36,7
A _{1,2}	37,5	12,5	33,3
A _{1/B}	27,0	12,0	44,4
/B/	36,5	18,5	50,7
8 A _{1p}	34,5	14,5	42,0
A _{1,2}	28,5	13,0	45,6
/B/	31,0	13,5	43,6
9 A _{1p}	26,0	10,5	40,4
A _{1,2}	22,0	9,5	43,2
A _{1,3}	19,5	7,0	35,9
/B/	36,0	11,0	30,6

łymi. Najwięcej fosforu organicznego gromadzi się w poziomie (B) gleby brunatnej z Mierzwina, a jego udział w ogólnej zawartości fosforu jest o około 14% wyższy niż w powierzchniowej warstwie poziomu próchnicznego.

Średnia procentowa zawartość fosforu organicznego w ogólnej jego ilości jest wyższa w glebach brunatnych i wynosi 40,6%, a w czarnoziemach 37,5%.

Znacznie więcej fosforu w przeliczeniu na 100 g gleby występuje w glebach leśnych. Ich poziomy mineralne, z wyjątkiem iluwium bielicy, zawierają większe ilości

Tabela 3

Fosfor ogółem i organiczny w badanych glebach leśnych
Total and organic phosphorus in investigated forest soils

Poziom i nr profilu Horizon and profile No.	P ogółem mg/100 g gleby Total P mg/100 g of soil	P organiczny mg/100 g gleby Organic P mg/100 g of soil	P organiczny w procentach w stosunku do P ogółem P organic in % in relation to P total
10 A _{oL}	110,0	58,0	52,7
A _{of}	74,5	48,0	64,4
A _{ofn}	59,5	38,0	63,9
A _{h1}	54,0	29,0	53,7
A _{h2}	71,0	34,0	47,9
10 A A _{oL}	114,0	67,0	58,8
A _{of}	69,5	45,5	65,5
A _{ofn}	55,5	36,5	65,8
A _{h1}	54,0	26,5	49,1
A _{h2}	64,5	30,5	47,3
11 A _{oL}	100,0	66,5	66,5
A _{oP}	66,5	41,5	62,4
A _{oH}	50,0	29,0	58,0
A _{eh}	21,5	14,0	65,1
A _e	15,0	10,0	66,7
B _h	120,0	39,0	32,5
B _{hs}	78,5	28,5	36,3
B _s	33,5	12,5	37,3
11 A A _{oL}	102,0	54,5	63,2
A _{oP}	70,5	41,0	58,2
A _{oH}	54,0	26,5	49,1
A _{eh}	19,5	11,5	58,9
A _e	13,0	8,5	65,4
B _h	118,5	37,5	31,6
B _{hs}	75,0	27,0	36,0
B _s	36,5	13,5	36,9

fosforu ogółem, często przewyższającego jego zawartość w poziomie próchnicznym gleb uprawnych. Podobnie jest z ilością fosforu organicznego (tab. 3).

Procentowa zawartość fosforu organicznego jest wyższa w podpoziomie surowinowym ściółki gleby biclicowej i wynosi średnio 64,9%, podczas gdy A_{oL} gleby rdzawobrunatnej zawiera 55,8%. W głębszych warstwach ściółki, aż do poziomu mineralnego, ogólna zawartość fosforu i fosforu organicznego maleje. Duża akumulacja fosforu występuje w poziomach B_h i B_{hs}. Jest to głównie fosfor nieorganiczny. Fosfor organiczny stanowi odpowiednio około 32% (B_h) i 36% (B_{hs}) ogólnej ilości fosforu. Zarówno zawartości fosforu nieorganicznego, jak organicznego obniżają się w poziomie B_s o ponad połowę do poziomu B_{hs}, a fosfor organiczny stanowi 37% ogólnej ilości fosforu.

Fosfor organiczny a zawartość węgla organicznego, azotu i siarki ogółem w badanych glebach. Na podstawie

zawartości węgla organicznego można stwierdzić, że najbogatsze w materię organiczną spośród badanych gleb Wysoczyzny Kujawskiej są czarnoziemy leśno-łąkowe, które w przypowierzchniowych poziomach zawierają średnio 1,8% tego pierwiastka, czyli 3,06% próchnicy. Również ponad 1% węgla występuje w materii organicznej czarnoziemów zbrunatniałych. Natomiast poniżej 1% zawierają gleby brunatne (tab. 4).

T a b e l a 4

Zawartość składników materii organicznej /C, N, S, P/ w glebach uprawnych
Content of the organic matter constituents /C, N, S, P/ in arable soils

Poziom i nr profilu Horizon and profile No.	Zawartość - Content				Stosunek - Ratio		
	C org.	N org. tot. N	S org. tot. S	P org.	C/N	C/S	C/P
1 A _{1p} A _{1,2} A _{1/C}	1,48	0,15	0,023	0,011	10,2	51,0	134,5
	1,51	0,18	0,023	0,016	8,4	53,9	94,4
	0,69	0,10	0,014	0,013	6,9	49,3	53,1
2 A _{1p} A _{1,2} A _{1,3}	2,26	0,21	0,043	0,013	10,8	52,6	125,5
	1,79	0,20	0,035	0,016	9,2	47,1	111,9
	1,50	0,16	0,027	0,014	9,6	55,6	107,1
3 A _{1p} A _{1,2} A _{1,3} A _{1,4} A _{1,5} A _{1,6} A _{1/C}	1,67	0,14	0,036	0,016	11,9	46,4	104,4
	1,41	0,14	0,036	0,019	10,4	39,2	74,2
	1,34	0,14	0,029	0,014	9,6	46,2	95,7
	1,24	0,12	0,030	0,013	10,3	41,3	95,4
	1,18	0,12	0,029	0,014	10,3	40,7	81,4
	1,07	0,12	0,022	0,013	8,9	48,6	82,3
	0,92	0,11	0,021	0,012	8,3	43,6	76,9
4 A _{1p} A _{1,2} A _{1/C}	1,68	0,18	0,022	0,020	9,6	76,4	84,0
	0,92	0,13	0,020	0,014	7,4	46,0	63,4
	0,67	0,07	0,012	0,010	9,6	55,8	63,8
5 A _{1p} A _{1,2} A _{1,3} /B/	1,67	0,15	0,026	0,017	11,1	64,2	95,4
	1,27	0,14	0,021	0,016	9,4	60,5	79,4
	0,85	0,12	0,015	0,012	7,4	56,7	68,0
	0,52	0,09	0,007	0,010	6,1	74,3	52,0
6 A _{1p} A _{1,2} A _{1,3} A _{1,4} A _{1,5}	1,42	0,17	0,045	0,015	8,6	31,6	94,7
	1,36	0,16	0,043	0,013	8,5	31,6	100,7
	0,98	0,12	0,035	0,012	8,2	28,0	81,7
	1,20	0,15	0,030	0,012	8,0	40,0	100,0
	0,96	0,11	0,028	0,012	8,3	34,3	76,8
7 A _{1p} A _{1,2} A _{1/B} /B/	0,72	0,09	0,014	0,015	7,3	51,1	47,7
	0,68	0,08	0,013	0,013	6,8	52,3	52,3
	0,43	0,07	0,007	0,012	6,6	61,4	35,8
	0,31	0,05	0,003	0,019	6,2	103,3	16,3
8 A _{1p} A _{1,2} /B/	0,81	0,10	0,015	0,015	7,1	54,0	54,0
	0,34	0,06	0,009	0,013	7,7	37,8	26,2
	0,27	0,05	0,006	0,014	6,0	45,0	19,3
9 A _{1p} A _{1,2} A _{1,3} /B/	0,94	0,14	0,032	0,011	6,7	23,4	85,5
	0,42	0,10	0,025	0,010	4,2	16,8	42,0
	0,22	0,08	0,022	0,007	2,8	10,0	31,4
	0,20	0,05	0,021	0,011	4,0	9,5	12,2

Wartość stosunku C:N jest wyraźnie wyższa w czarnoziemach leśno-łąkowych niż w glebach brunatnych i wynosi odpowiednio od 6,9 do 11,9 i od 2,8 do 8,6. Najwyższe wartości występują zawsze w powierzchniowych warstwach i maleją w głąb profilu. Zawężanie się stosunku C:N nie jest regularne i często w głębszych warstwach jest on szerszy niż w wyższych. Nietypowo niskie stosunki C:N występują w głębszych warstwach gleby brunatnej z Żelechlina.

T a b e l a 5

Zawartość składników materii organicznej /C, N, S, P/ w glebach leśnych
Content of the organic matter constituents /C, N, S, P/ in forest soils

Poziom i nr profilu Horizon and profile No.	Zawartość - Content				Stosunek - Ratio				
	C org.	N og. tot.N	S og. tot.S	P org.	C/N	C/S	C/P		
10	A _{oL}	44,20	1,45	0,206	0,058	30,5	214,6	762,1	
	A _{oF}	35,00	1,38	0,188	0,048	26,1	171,5	750,0	
	A _{oFh}	25,10	1,02	0,047	0,038	25,6	555,3	686,8	
	A _{h1}	8,75	0,31	0,036	0,029	28,3	243,1	301,7	
	A _{h2}	0,95	0,05	0,027	0,034	19,0	35,2	27,9	
10 A	A _{oL}	43,50	1,41	0,202	0,067	31,0	215,3	649,3	
	A _{oF}	34,20	1,48	0,181	0,046	23,1	188,9	743,4	
	A _{oFh}	27,90	1,27	0,043	0,037	22,1	648,8	754,1	
	A _{h1}	7,85	0,23	0,040	0,027	27,1	196,3	290,7	
	A _{h2}	1,08	0,06	0,029	0,030	18,0	37,2	36,0	
11	A _{oL}	43,92	1,42	0,160	0,067	31,0	274,5	655,5	
	A _{oP}	37,50	1,13	0,122	0,042	33,0	307,4	892,8	
	A _{oH}	34,35	1,22	0,100	0,029	28,3	343,5	1184,5	
	A _{eh}	5,94	0,14	0,040	0,014	41,0	148,5	424,3	
	A _e	0,19	0,02	0,020	0,010	12,7	9,5	19,0	
	B _h	1,73	0,10	0,030	0,039	17,3	57,7	44,4	
	B _{hs}	0,92	0,03	0,028	0,029	30,7	32,9	31,7	
	B _s	-	-	0,021	0,013	-	-	-	
	11 A	A _{oL}	42,96	1,23	0,166	0,065	33,5	258,8	660,9
		A _{oP}	39,17	1,12	0,151	0,041	35,1	259,4	955,4
A _{oH}		37,10	1,21	0,104	0,027	30,8	356,7	1374,1	
A _{eh}		7,52	0,18	0,048	0,012	41,8	156,7	626,7	
A _e		0,21	0,02	0,019	0,009	10,5	11,1	23,3	
B _h		1,83	0,09	0,035	0,038	21,5	52,3	48,2	
B _{hs}		1,11	0,04	0,030	0,027	31,7	37,0	41,1	
B _s		-	-	0,027	0,014	-	-	-	

Rozmieszczenie materii organicznej w solum gleb dobrze odzwierciedla stosunek C:P. Jest on zawsze najszerszy w powierzchniowej warstwie, a najwęższy w poziomie podpróchnicznym. Niewielkie wahania występują w Dobiesławicach, ale są one zbieżne z zawartością próchnicy. Wartości stosunku C:P są wyraźniej zróżnicowane niż to miało miejsce przy stosunku N:C. W poziomach próchnicznych czarnoziemów leśno-łąkowych właściwy stosunek C:P jest najszerszy (74,2-134,5),

w czarnoziemach leśno-łąkowych zbrunatniałych węższy (63,4–100,7), natomiast najwęższy jest w glebach brunatnych (26,2–85,5). Szczególnie niskie wartości C:P org. (16,3–19,3) występują w poziomach zbrunatnienia gleb brunatnych, co jest spowodowane wzrostem ilości fosforu organicznego.

Wartości C:S są najbardziej jednolite i nie odzwierciedlają różnic między badanymi glebami uprawnymi.

Znacznie zasobniejsze w materię organiczną są gleby leśne (tab. 5). Najwięcej oznaczanych składników występuje w ściółkach. Poziomy surowinowe zawierają ponad 40% C, a w poziomach mineralnych tych gleb jest więcej węgla średnio o 3,75% niż w glebach uprawnych.

T a b e l a 6

Współczynniki korelacji między fosforem organicznym a C, N, S i pH
Correlation coefficients between organic phosphorus
and the C, N, S content and pH value

/x/	/y/	Gleby uprawne Arable soils	Gleby leśne Forest soils
C	P org.	0,367 ⁺	0,740 ⁺⁺
N	P org.	0,224 ⁻	0,784 ⁺⁺
S	P org.	0,200 ⁻	0,789 ⁺⁺
pH/H ₂ O	P org.	0,302 ⁺	0,707 ⁺
		n = 36	n = 24

n = liczba danych - number of data

Stosunki C:N i C:P są tu znacznie szersze niż w glebach uprawnych. W glebie rdzawobrunatnej maleją one wraz z głębokością, podobnie jak zawartość wszystkich składników materii organicznej.

Większe wahania występują w wartościach stosunku C:P w ściółce obydwu gleb leśnych, a w bielicy również w poziomie mineralnym. Najniższe wartości tego stosunku występują w poziomie eluwalnym i rosną dwukrotnie w iluwium, podobnie jak wartości stosunku C:S. Stosunek C:N nie różnicuje tak wyraźnie wymienionych poziomów.

We wszystkich badanych glebach występuje istotna zależność między rozmieszczeniem fosforu organicznego a oznaczonymi składnikami materii organicznej, z wyjątkiem N i S w glebach uprawnych. Potwierdzają to wyniki obliczeń statystycznych (tab. 6).

DYSKUSJA

Badane gleby uprawne wytworzone są ze skały macierzystej tego samego pochodzenia geologicznego i występują w tej samej strefie klimatycznej. Powoduje to, że różnice w zawartości fosforu organicznego w tych glebach są nieduże. Wahania

w ilości fosforu organicznego w czarnoziemach leśno-łąkowych są raczej przypadkowe i mogą wynikać z innego rodzaju upraw w ostatnich latach. Duże różnicowanie w zawartości fosforu organicznego występuje między glebami uprawnymi i leśnymi. Są to bowiem gleby różnych typów i o innym pochodzeniu geologicznym, a ponadto wchodzi w skład zupełnie różnych ekosystemów.

Ilość fosforu organicznego w glebach zależy w dużym stopniu od mineralizacji i akumulacji tego składnika. Za dobry wskaźnik mineralizacji organicznych połączeń fosforu glebowego niektórzy autorzy uważają wartość stosunku węgla do fosforu organicznego. Uwalnianie fosforu ze związków organicznych następuje zwykle przy niskich stosunkach, wysokie natomiast świadczą o intensywnym powstawaniu wtórnych połączeń organicznych fosforu. W poziomach podpróchnicznych badanych gleb brunatnych, mimo niskiego stosunku C:P org., ilość tego ostatniego wzrasta; podobnie jest w poziomie mineralnym leśnej gleby rdzawo-brunatnej.

Akumulacja fosforu organicznego w wymienionych poziomach, przy niskich wartościach C:P org., sugeruje, iż nie jest on jednoznacznym wskaźnikiem uruchamiania fosforu w drodze mineralizacji i że istnieje jakaś granica tego stosunku, poniżej której nagromadzanie się fosforu organicznego jest możliwe.

Również badania laboratoryjne E n w e z o r a [9, 10] wykazały, że nie zawsze istnieje ścisła zależność między stosunkiem C:P org. a mineralizacją organicznych połączeń fosforu. Zwykle jednak poniżej wartości C:P org. równej 112 następowała mineralizacja, a przy wyższych ma miejsce synteza związków organicznych fosforu.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych zawartości fosforu organicznego w badanych glebach uprawnych wytworzonych z gliny zwałowej i w piaszczystych glebach leśnych można wyciągnąć następujące wnioski.

1. Ogólna zawartość fosforu, a w szczególności fosforu organicznego, pozostaje w związku z ilością materii organicznej. W glebach leśnych istnieje ścisła zależność między ilością fosforu organicznego a ilością takich składników materii organicznej, jak węgiel, azot i siarka. W glebach uprawnych fosfor organiczny wykazuje większą zmienność niż azot i siarka, a w sposób istotny koreluje jedynie z zawartością węgla organicznego.

2. Dobrym wskaźnikiem odróżniającym badane gleby leśne od uprawnych jest stosunek organicznych form węgla do fosforu organicznego.

W przypowierzchniowych częściach poziomów A_1 gleb uprawnych wskaźnik ten jest charakterystyczny dla poszczególnych typów glebowych. Uwzględniając poziomy endopróchniczne gleb leśnych można uzyskać interesujący ciąg wartości tego wskaźnika, a mianowicie: czarne ziemie właściwe — czarne ziemie zbrunatniałe — gleby brunatne właściwe — gleby rdzawobrunatne — bielice.

Badane gleby leśne zawierają więcej fosforu organicznego w przeliczeniu na 100 g gleby niż gleby uprawne, ale ich materia organiczna jest uboższa w ten skład-

nik. Szczególnie mało fosforu organicznego w stosunku do ilości węgla zawiera ściółka gleb leśnych.

4. Rozmieszczenie fosforu organicznego w profilach badanych gleb uwarunkowane jest kierunkiem zachodzących w nich procesów glebotwórczych i pokrywa się z wyróżnianymi poziomami genetycznymi, co szczególnie uwidacznia się w solum biellic.

5. Uzyskane wyniki wskazują, że w glebach uprawnych istnieją warunki sprzyjające mineralizacji związków organicznych fosforu, a w ściółkach gleb leśnych dominują procesy wtórnej syntezy.

LITERATURA

- [1] Acquaye D. K.: Some significance of organic phosphorus mineralization in the phosphorus nutrition of Cocca in Ghana. *Plant and Soil* 19, 1963, 65–80.
- [2] Barrow N. J.: Phosphorus in soil organic matter. *Soils and Fert.* 26, 1961, 169–173.
- [3] Bates J. A. R., Baker T. C. N.: Studies on a Nigerian forest soil. *J. Soil Sci.* 11, 1960, 257–265.
- [4] Boratyński K.: Zawartość fosforu organicznego w niektórych glebach polskich. *Rocz. Nauk rol. i leś.* 48, 1939, 77–90.
- [5] Brogowski Z.: Fosfor organiczny i mineralny w niektórych glebach piaskowych. *Rocz. glebozn.* 16, 1966, 209–238.
- [6] Cieśla W.: Geneza i właściwości gleb uprawnych wytworzonych z gliny żwałowej na Wysoczyźnie Kujawskiej. *Rocz. WSR Poznań*, z. 18, 1968.
- [7] Cosgrove D. J.: An examination of some possible sources of inositol phosphates. *Plant and Soil* 21, 1964, 137–141.
- [8] Dormaar J. F., Webster G. R.: Status of organic phosphorus in some Alberta soils. *Can. J. Soil Sci.* 43, 1963, 27–34.
- [9] Enwezor W. O.: Significance of the C:organic P ratio in the mineralization of soil organic phosphorus. *Soil Sci.* 103, 1967, 62–67.
- [10] Enwezor W. O.: The mineralization of nitrogen and phosphorus in organic materials of varying C:N and C:P ratios. *Plant and Soil* 44, 1976, 237–240.
- [11] Hanley G., Murphy J.: Phosphate forms in particle size separates of Irish soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34, 1970, 587–590.
- [12] Mahta N. C., Leeg J. O., Goring C. A., Black C. A.: Determination of organic phosphorus in soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 44, 1954, 443–449.
- [13] Musierowicz A., Kwiatek A.: Studia nad zawartością mineralnych i organicznych związków fosforowych w niektórych glebach biellicowych woj. łódzkiego, wytworzonych z gliny żwałowej. *Rocz. Nauk. rol.* 82, 1960, A-1.
- [14] Prusinkiewicz Z., Biały K.: Gleby wybranych rezerwatów leśnych woj. bydgoskiego, toruńskiego i wrocławskiego. *Studia Soc. Scient. Torunensis*, Toruń 1976, Sec. C, 9, nr 5.
- [13] Syers J. K., Shah R., Walker T. W.: Fractionation of phosphorus in two alluvial soils and particle-size separates. *Soil* 18, 1970, 283–289.
- [16] Walker T. W., Thapa B. K., Adams A. F.: Studies on organic matter: accumulation of carbon, nitrogen, sulfur, organic and total phosphorus in improved grassland soils. *Soil Sci.* 87, 1959, 135–140.
- [17] Williams C. H., Williams E. G., Scot N.: Carbon, nitrogen, sulfur and phosphorus in some Scottish soils. *J. Soil. Sci.* 11, 1960, 334–337.
- [18] Wondrausch J.: Studia nad fosforem w glebach terenów górzystych. Praca doktorska. Katedra Gleboznawstwa WSR w Lublinie, 1958.

G. ЖЕШНОВЕЦКА-СУЛИМЕРСКА], В. ЦЕСЛЯ, Я. КОПЕР

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ФОСФОРА
Ч. I. ОРГАНИЧЕСКИЙ ФОСФОР НА ФОНЕ СОДЕРЖАНИЯ С, N и S В НЕКОТОРЫХ
ПАХОТНЫХ И ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

Отдел биохимии и почвоведения Агрономического института Сельскохозяйственно-технической академии в Быдгоще

Резюме

Исследования почвенного органического фосфора проводились в пахотных почвах региона Куяв и на лесных ржаво-буроземных и подзолистых почвах. В большинстве испытанных почв установлена тесная взаимозависимость органического фосфора и основных элементов органического вещества (углерода, азота и серы). Исследования выявили, что четким показателем позволяющим отличить пахотные почвы от лесных является количественное соотношение органического угля к органическому фосфору.

Общее содержание фосфора, в том числе его органической формы, было тесно связано с органическим веществом почв и с направлением почвообразовательных процессов.

G. RZEŹNIEWIECKA-SULIMIERSKA], W. CIEŚLA, J. KOPER

INVESTIGATIONS ON SOIL ORGANIC PHOSPHORUS
PART I. ORGANIC PHOSPHORUS AND C, N AND S CONTENT IN SOME
ARABLE AND FOREST SOILS

Departments of Biochemistry and Soil Science, Technical and Agricultural University
of Bydgoszcz

S u m m a r y

The investigations on organic phosphorus in arable soils formed of boulder loam of the Kujawy region and forest soils-rusty coloured and podzol were carried out. In most soils under study a close relationship between organic phosphorus and the main organic matter constituents (carbon, nitrogen and sulfur) was found. The investigations have proved that a good index enabling to distinguish the arable soils from forest soils in the ratio of organic carbon to organic phosphorus.

The content of total phosphorus, including its organic form was closely connected with the organic matter of soils and the soil-forming process line.

Prof. dr Wojciech Cieśla
Instytut Rolniczy ATR
Bydgoszcz, Bernardyńska 6