

WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE I SKŁAD KATIONÓW WYMIENNYCH INTENSYWNIE UŻYTKOWANYCH ROLNICZO GLEB W REGIONIE RÓWNI NY INOWROCŁAWSKIEJ

Miroslaw Kobierski, Halina Dąbkowska-Naskręt, Hanna Jaworska

Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb,
Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

Wstęp

Gleby Równiny Inowrocławskiej należą do jednych z najżyźniejszych gleb w Polsce. Dominującym typem gleb w regionie są czarne ziemie, występujące w asocjacji z glebami płowymi i nielicznymi glebami brunatnymi.

Efektom wieloletnich badań gleb regionu są liczne opracowania, w których stawiana jest hipoteza o postępującej degradacji tych gleb [MARCINEK, KOMISAREK 1993; MARCINEK 1998; KOBIERSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2003a].

Przejawem degradacji gleb regionu jest m.in. obniżający się poziom wód gruntowych i zmniejszenie zawartości próchnicy. Może to wpływać na żyzność gleb, ponieważ ilość i jakość związków humusowych w powiązaniu z koloidami mineralnymi, decyduje o wielkości pojemności sorpcyjnej i składzie zaadsorbowanych kationów wymiennych [TURPALT i in. 1996].

W poziomach orno-próchnicznych niektórych gleb regionu stwierdzono niewielki wzrost zawartości kationów potasu, co tłumaczyć można niebilansowanym nawożeniem potasowym, ale także intensywnością wietrzenia chemicznego minerałów ilastych i kierunkiem ich transformacji [KOBIERSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2003b]. W wyniku tych procesów dochodzić może do nieodwracalnych przemian składu mineralicznego, powodujących spadek pojemności sorpcyjnej frakcji ilastej gleb.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu długotrwałej i intensywnej uprawy na właściwości sorpcyjne i skład kationów wymiennych w zróżnicowanych typologicznie glebach regionu Równiny Inowrocławskiej w aspekcie ich składu mineralicznego i zasobności w próchnicę.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły próbki glebowe pobrane z poziomów genetycznych 8 profili glebowych: 4 czarnych ziem (profile C1-C4) oraz 2 gleb pło-

wych (profile P5, P6) i 2 gleb brunatnych (profile B7, B8). Odkrywki glebowe zlokalizowane były na obszarze Równiny Inowrocławskiej. W próbkach glebowych po wstępnej preparatyce oznaczono:

- skład granulometryczny metodą areometryczną,
- zawartość węgla organicznego metodą Tiurina,
- zawartość CaCO_3 metodą Scheiblera,
- pH w 1 mol $\text{KCl}\cdot\text{dm}^{-3}$ metodą potencjometryczną,
- kwasowość hydrolityczną w 1 mol $\cdot\text{dm}^{-3}$ $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$ metodą Kappena,

Całkowitą pojemność sorpcyjną (PWK_c) i zawartość kationów wymiennych oznaczono metodą z BaCl_2 według normy PN-ISO 11260. Obliczono kationową pojemność sorpcyjną (PWK_s), sumę zasadowych kationów wymiennych (S), stopień wysycenia zasadami (V) oraz udział poszczególnych kationów w kompleksie sorpcyjnym. Skład mineralogiczny frakcji o $\phi < 2 \mu\text{m}$ określono metodą dyfraktometryczną. Frakcję ilastą wydzielono wykorzystując metodę sedymentacji przyspieszonej. Wykonano preparaty orientowane, które poddano analizie na dyfrakto-metrze HZG-4 z lampą miedzianą i filtrem niklowym.

Wyniki oznaczeń analitycznych zestawiono w tabelach. Wykonano analizę statystyczną wyników, wykorzystując program STATISTICA 6.

Wyniki i dyskusja

Odczyn we wszystkich poziomach genetycznych gleb regionu był obojętny lub zasadowy i wahał się od pH 6,70 do pH 7,90. We wszystkich badanych glebach poziomy wierzchnie charakteryzowały się niższym odczynem aniżeli poziomy głębiej położone, na co wpłynęła wysoka zawartość CaCO_3 w skale macierzystej.

Wszystkie badane gleby wykazywały cechy wymycia węglanu wapnia z wierzchnich do głębszych poziomów genetycznych, co jest charakterystyczne dla gleb Niziny Wielkopolskiej [MARCINEK 1998].

Niższe pH w poziomach powierzchniowych jest wynikiem wymywania kationów zasadowych, ich pobieraniem przez rośliny oraz procesem nityfikacji [BOLT i in. 1978].

Zróznicowane typologicznie gleby regionu charakteryzują się zarówno różną miąższością poziomu próchnicznego, jak i zawartością w nich próchnicy. Zawartość próchnicy w poziomach Ap wahała się od $13,62 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w glebach pływowych do $26,20 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w czarnych ziemiach. Stwierdzono wyraźne spiaszczenie poziomów powierzchniowych w porównaniu do materiału skały macierzystej (tab. 1).

W składzie minerałów wtórnych dominował illit i jego interstratyfikowane formy. Pozostałe minerały to smektyty, chloryty i ich formy mieszanopakietowe oraz niewielkie ilości kaolinitu [KOBIEŃSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2003b]. Udział smektytów najwyższy był w poziomach Bca. Stwierdzono niewielkie wzbogacenie w te minerały poziomów Bt i Bbr(t,fe), co przełożyło się na wzrost pojemności sorpcyjnej w tych poziomach.

Całkowita kationowa pojemność wymienna (PWK_c) w poszczególnych poziomach genetycznych gleb wahała się w granicach od $4,02 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ do $21,73 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, natomiast wartości kationowej pojemności wymiennej (PWK_s) były nieco niższe i wahały się w przedziale od $2,96 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ do $19,93 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 2a, 2b).

Skład granulometryczny, wybrane właściwości oraz skład mineralogiczny badanych gleb [KOBIEŃSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2003a, 2003b]

Granulometric composition and selected properties and mineralogical composition of analyzed soils [KOBIEŃSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2003a, 2003b]

Nr No	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH KCl	C org. Organic C (g·kg ⁻¹)	Frakcja Fraction < 2 μm	Minerały ilaste Clay minerals	Nr No	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH KCl	C org. Organic C (g·kg ⁻¹)	Frakcja Fraction < 2 μm	Minerały ilaste Clay minerals	
1C	Ap	0-32	7,27	15,1	14	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K	5P	Ap	0-25	7,21	9,3	12	I > I/S ≥ S/Ch = K ≥ Q	
	Aa	32-56	7,90	10,2	14	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K		Eet	25-45	6,96	6,96	1,7	7	I > I/S > S/Ch = K ≥ Q
	Bca	56-81	7,64	-	16	S > I ≥ I/S > S/Ch ≥ K		Bt	45-95	7,03	7,03	1,5	24	I ≥ S ≥ I/S = S/Ch > K
	C1cagg	81-115	7,91	-	15	I > S ≥ I/S > S/Ch ≥ K		C1ca	95-125	7,69	7,69	-	18	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch > K
	C2cagg	115-150	7,85	-	16	I = I/S ≥ S/Ch > S ≥ K		C2ca	125-150	7,72	7,72	-	19	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch > K
2C	Ap	0-28	7,05	10,5	13	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K	6P	Ap	0-32	7,15	7,9	7	I > I/S ≥ I/Ch = K ≥ Q	
	A2	26-40	6,97	10,2	12	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K		Eet	32-50	6,96	6,96	1,3	5	I > I/S ≥ I/Ch = K ≥ Q
	AB	40-55	7,44	7,3	16	I ≥ I/S ≥ S > S/Ch ≥ K		Bt	50-89	7,16	7,16	1,8	24	I > I/S < S/Ch ≥ K
	Bbr(t,fe)	55-75	7,36	2,9	20	I ≥ S ≥ I/S ≥ S/Ch ≥ K		C1ca	89-120	7,67	7,67	-	18	I > I/S = S ≥ SCh ≥ K
	Bca	75-95	7,62	-	20	S > I/S ≥ I/S/Ch ≥ K		C2ca	120-150	7,69	7,69	-	16	I > I/S > S/Ch = S ≥ K
	C1ca	95-125	7,65	-	18	I ≥ I/S = S > S/Ch ≥ K		Ap	0-28	6,70	6,70	9,3	17	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K
	C2cagg	125-150	7,89	-	16	I ≥ I/S = S > S/Ch ≥ K		B1br(t,fe)	28-50	6,73	6,73	4,1	23	I > I/S ≥ S/Ch ≥ K
3C	Ap	0-28	7,23	15,2	13	I > I/S ≥ S/Ch = Ch = K	7B	B2br(t,fe)	50-70	7,18	2,7	22	I > I/S > S/Ch ≥ K	
	Aa	28-49	7,26	14,8	14	I > S/Ch > Ch = I/S = K		C1ca	70-115	7,77	7,77	-	23	I > I/S ≥ S = S/Ch = K
	C1cagg	49-78	7,80	-	20	I ≥ S/Ch > Ch = I/Ch ≥ K		C2ca	115-150	7,79	7,79	-	18	I > I/S ≥ S = S/Ch = K
	C2cagg	78-88	7,76	-	20	I ≥ Ch = S/Ch ≥ K > I/Ch		Ap	0-26	7,17	7,17	9,9	12	I > I/S ≥ S/Ch = I/Ch ≥ K
	G1ca	88-110	7,79	-	20	I ≥ S/Ch = Ch ≥ I/S = K		B1br(t,fe)	26-50	6,72	6,72	3,5	21	I > I/S ≥ S/Ch ≥ S ≥ K
	G2ca	110-150	7,86	-	20	I ≥ Ch > I/Ch = S/Ch = K		B2br(t,fe)	50-70	6,70	6,70	3,0	23	I > S > I/S ≥ S/Ch ≥ K
4C	Ap	0-26	7,28	12,2	13	I > I/S ≥ S/Ch = K	8B	C1ca	70-80	7,50	-	21	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch > K	
	A2	26-42	7,77	10,6	14	I > S/Ch ≥ I/S ≥ K > I/Ch		C2ca	80-110	7,58	7,58	-	21	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch ≥ K
	Bbr(t,fe)	42-60	7,67	2,6	21	I ≥ I/S ≥ S > K = S/Ch		C3ca	110-150	7,72	7,72	-	19	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch ≥ K
	C1gg	60-105	7,73	1,5	18	I ≥ I/S = S/Ch > S = K								
	C2cagg	105-145	7,79	-	17	I ≥ I/S = S ≥ S/Ch > K								

I - illity; illites, S - smektyty; smectites, I/S - illit/smektyt; illite/smectite, Ch - chloryty; chlorites, I/Ch - illit/chloryt; illite/chlorite, S/Ch - smektyt/chloryt; smectite/chlorite, K - kaolinit; kaolinite, Q - kwarc; quartz

Tabela 2a; Table 2a

Całkowita kationowa pojemność wymienna (PWK_c), kationowa pojemność wymienna (PWK_s) oraz suma zasadowych kationów wymiennych (S), stopień wysycenia zasadami (V), kwasowość hydrolytyczna (Hh) w czarnych ziemiach (profile C1-C4)

Total cation exchange capacity (PWK_c), cation exchange capacity (PWK_s), content of base cations (S), base saturation (V), hydrolytic acidity (Hh) in Phaeozems (profiles C1-C4)

Nr No	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	cmol(+)·kg ⁻¹										%			Ca ²⁺ Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ Na ⁺ +K ⁺	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Hh	S	PWK _s	PWK _c	Ca ²⁺ PWK _s	Mg ²⁺ PWK _s	K ⁺ PWK _s	Na ⁺ PWK _s	H ⁺ PWK _s			V
C1	Ap	0-32	12,05	0,91	1,60	0,06	0,25	14,62	14,87	18,46	81,0	6,1	10,8	0,4	1,7	98,3	13,2	7,8
	Aa	32-56	13,23	1,00	1,53	0,09	0,16	15,85	16,01	18,42	82,6	6,3	9,6	0,6	1,0	99,0	13,2	8,8
	Bca _s	56-81	12,78	1,43	0,25	0,21	0,04	14,67	14,71	16,85	86,9	9,7	1,7	1,4	0,3	99,7	8,9	30,9
	C1cagg	81-115	10,36	1,32	0,16	0,39	0,04	12,23	12,27	14,80	84,4	10,8	1,3	3,2	0,3	99,7	7,8	21,2
	C2cagg	115-150	10,78	1,61	0,14	0,36	0,04	12,89	12,93	14,99	83,4	12,5	1,1	2,8	0,3	99,7	6,7	24,8
	Ap	0-28	12,78	0,91	0,29	0,08	0,33	14,06	14,39	15,24	88,8	6,3	2,0	0,6	2,3	97,7	14,1	37,0
C2	A2	28-40	12,32	0,90	0,33	0,07	0,39	13,62	14,01	18,34	87,8	6,4	2,4	0,5	2,8	97,2	13,7	33,1
	AB	40-55	14,51	0,90	0,27	0,46	0,02	16,14	16,16	19,59	89,0	5,5	1,7	2,8	0,1	98,8	16,1	21,1
	Bbr(t,fe)	55-75	14,58	0,94	0,25	0,15	0,19	15,92	16,11	20,09	90,5	5,8	1,6	0,9	1,2	98,8	15,5	38,8
	Bca	75-85	18,62	0,98	0,10	0,21	0,02	19,91	19,93	20,17	93,4	4,9	0,5	1,1	0,1	99,9	18,9	63,8
	C1ca	85-125	13,40	1,14	0,11	0,21	0,04	14,86	14,90	15,76	89,9	7,7	0,7	1,4	0,3	99,7	11,8	45,4
	C2cagg	125-150	10,44	1,00	0,13	0,19	0,07	11,76	11,83	13,05	88,3	8,5	1,1	1,6	0,6	99,4	10,4	35,8
C3	Ap	0-28	16,03	1,17	0,95	0,12	0,24	18,27	18,51	20,23	86,8	6,3	5,1	0,7	1,3	98,7	13,7	16,1
	Aa	28-49	16,80	1,32	0,84	0,17	0,32	19,13	19,45	21,37	86,4	6,8	4,3	0,9	1,7	98,4	12,7	17,9
	C1cagg	49-78	10,59	1,51	0,15	0,24	0,07	12,49	12,56	13,65	84,3	12,0	1,2	1,9	0,6	99,4	7,0	31,0
	C2cagg	78-88	10,37	1,72	0,23	0,26	0,07	12,58	12,65	13,79	82,4	13,6	1,8	2,1	0,6	99,4	6,0	24,7
	G1ca	88-110	8,45	3,13	0,19	0,27	0,04	12,04	12,08	13,21	67,0	25,9	1,6	2,2	0,3	99,7	2,7	25,2
	G2ca	110-150	9,08	3,17	0,23	0,31	0,04	12,79	12,83	13,19	70,8	24,7	1,8	2,4	0,3	99,7	2,9	22,7
C4	Ap	0-26	13,71	0,85	0,31	0,21	0,30	15,08	15,38	16,57	89,1	5,6	2,0	1,4	2,0	98,0	16,2	28,0
	A2	26-42	17,52	0,73	0,16	0,17	0,11	18,58	18,69	20,05	93,7	3,9	0,9	0,9	0,6	99,4	24,0	55,3
	Bbr(t,fe)	42-60	14,74	1,43	0,34	0,29	0,25	16,80	17,05	18,39	86,5	8,4	2,0	1,7	1,5	98,5	10,3	25,7
	C1gg	60-105	10,69	1,48	0,37	0,31	0,10	12,85	12,95	13,85	82,6	11,4	2,9	2,4	0,8	99,2	7,2	17,0
	C2cagg	105-145	11,97	1,64	0,30	0,39	0,08	14,29	14,37	16,02	83,3	11,4	2,1	2,6	0,6	99,4	7,3	20,0

Tabela 2b; Table 2b

Całkowita kationowa pojemność wymienna (PWK_c), kationowa pojemność wymienna (PWK_s)
 oraz suma zasadowych kationów wymiennych (S), stopień wysycenia zasadami (V), kwasowość hydrolytyczna (Hh)
 w glebach płowych (profile P5, P6) i brunatnych (profile B7, B8)

Total cation exchange capacity (PWK_c), cation exchange capacity (PWK_s), content of base cations (S),
 base saturation (V), hydrolytic acidity (Hh) in Luvisols (profiles P5, P6) and Cambisols (profiles B7, B8)

Nr No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	cmol(+)·kg ⁻¹										%					
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Hh	S	PWK _s	PWK _c	Ca ²⁺ PWK _s	Mg ²⁺ PWK _s	K ⁺ PWK _s	Na ⁺ PWK _s	H ⁺ PWK _s	V	Ca ²⁺ Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺ Na ⁺ +K ⁺
P5	Ap	0-25	9,43	0,68	0,43	0,29	0,27	10,83	11,10	11,78	85,0	6,1	3,9	2,6	2,4	97,6	13,9	14,0
	Eet	25-45	3,19	0,39	0,14	0,17	0,53	3,89	4,42	6,33	72,2	8,8	3,2	3,9	12,0	88,0	8,2	11,6
	Bt	45-95	11,95	1,51	0,23	0,19	0,39	13,88	14,27	18,05	83,7	10,6	1,6	1,3	2,7	97,3	7,9	32,1
	C1ca	95-125	10,63	1,07	0,16	0,18	0,02	12,04	12,06	14,24	88,1	8,9	1,3	1,5	0,2	99,8	9,9	34,4
	C2ca	125-150	12,24	0,97	0,17	0,18	0,06	13,56	13,62	14,86	89,9	7,1	1,3	1,3	0,4	99,6	12,6	37,7
P6	Ap	0-32	5,99	0,38	0,23	0,43	0,24	7,03	7,21	9,74	82,4	5,2	3,2	5,9	3,3	96,7	15,8	9,7
	Eet	32-50	1,60	0,23	0,12	0,21	0,80	2,16	2,96	4,02	64,3	9,5	5,0	8,7	27,0	73,0	6,7	5,5
	Bt	50-89	13,66	1,33	0,27	0,18	0,64	15,44	16,08	19,55	84,4	8,3	1,7	1,1	4,0	96,0	10,2	33,3
	C1ca	89-120	11,94	1,02	0,16	0,16	0,04	13,28	13,32	18,04	89,6	7,7	1,2	1,2	0,3	99,7	11,7	40,5
	C2ca	120-150	11,16	1,01	0,16	0,16	0,06	12,49	12,55	14,97	88,9	8,1	1,3	1,3	0,5	99,7	11,1	38,0
B7	Ap	0-28	10,56	0,87	0,44	0,21	0,76	12,08	12,84	14,96	82,2	6,8	3,4	1,6	5,9	94,1	12,1	17,6
	B1br(t,fe)	28-50	12,71	1,09	0,36	0,28	0,83	14,44	15,27	21,73	83,2	7,1	2,4	1,8	5,4	94,6	11,7	21,6
	B2br(t,fe)	50-70	11,31	1,33	0,24	0,33	0,40	13,21	13,61	20,74	83,1	9,8	1,8	2,4	2,9	97,1	8,5	22,2
	C1ca	70-115	10,92	0,72	0,15	0,19	0,06	11,98	12,04	13,21	90,7	6,0	1,3	1,6	0,5	99,5	15,2	34,2
	C2ca	115-150	8,75	0,88	0,19	0,20	0,06	10,02	10,08	13,39	86,8	8,7	1,9	2,0	0,6	99,4	9,9	24,7
B8	Ap	0-26	9,21	0,79	0,75	0,21	0,30	10,96	11,26	13,19	81,8	7,0	6,7	1,9	2,7	97,3	11,7	10,4
	B1br(t,fe)	26-50	10,37	1,16	0,67	0,22	0,83	12,42	13,25	16,34	78,3	8,8	5,1	1,7	6,3	93,7	8,9	13,0
	B2br(t,fe)	50-70	10,45	0,90	0,36	0,28	0,67	11,99	12,66	17,54	82,5	7,1	2,8	2,2	5,3	94,7	11,6	17,7
	C1ca	70-80	9,09	0,93	0,21	0,28	0,10	10,51	10,61	14,74	85,7	8,8	2,0	2,6	0,9	99,1	9,8	20,5
	C2ca	80-110	9,67	1,02	0,29	0,28	0,09	11,26	11,35	13,54	85,2	9,0	2,6	2,5	0,8	99,2	9,5	18,8
C3ca	110-150	9,22	0,89	0,25	0,30	0,05	10,66	10,71	13,33	86,1	8,3	2,3	2,8	0,5	99,5	10,4	18,4	

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono istotnie dodatnią korelację między zawartością C org. a całkowitą pojemnością sorpcyjną badanych gleb. Obojętny i zasadowy odczyn w poziomach podpowierzchniowych wpływa na wielkość ładunku powierzchniowego koloidów glebowych, powodując tym samym wzrost PWK_s do poziomu PWK_c .

Kompleks sorpcyjny badanych gleb wysycony był głównie przez kationy zasadowe. Przeważały kationy wapnia, których udział dochodził do 93,7%.

Według BOLTA i in. [1978] prawidłowy udział jonów Ca^{2+} , Mg^{2+} oraz H^+ i Al^{3+} w glebach o odczynie obojętnym powinien stanowić 90% wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleb, natomiast K^+ i Na^+ około 10%.

Wszystkie badane gleby były glebami sorpcyjnie nasyconymi, a ilościowy udział kationów zasadowych w większości gleb odpowiadał schematowi $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$ i rzadziej $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ > K^+$. Podobne wysycenie kompleksu sorpcyjnego stwierdzono w glebach brunatnych i płowych Niziny Wielkopolskiej [MICHAŁEK, MOCEK 1981] i Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego [DĄBKOWSKA-NASKRĘT, JAWORSKA 1997] oraz czarnych ziemiach gniewskich [DĄBKOWSKA-NASKRĘT i in. 2001].

Ilościowy udział kationów wymiennych w kompleksie sorpcyjnym może ulec zmianie w wyniku intensywnego nawożenia mineralnego. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , maleje często wraz ze wzrostem nawożenia azotem [PANAK i in. 1996].

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że wraz ze wzrastającą pojemnością sorpcyjną w glebach brunatnych i płowych wzrastał stosunek kationów dwuwartościowych do jednowartościowych. Niski stosunek kationów wymiennych $Ca^{2+} + Mg^{2+} / Na^+ + K^+$ w poziomach powierzchniowych większości badanych gleb wskazuje na wzbogacenie tych poziomów w kationy sodu i potasu. W poziomach tych stwierdzono istotną statystycznie dodatnią korelację między zawartością C org. a zawartością kationów potasu (tab. 3).

Stosunek kationów Ca^{2+} / Mg^{2+} zawężał się wraz z głębokością badanych gleb, co mogło być powodowane pobieraniem magnezu przez rośliny i częściowym jego wymywaniu w głąb profilu glebowego, przy jednoczesnym braku nawożenia magnezem. Wysoki udział wymiennego magnezu w kompleksie sorpcyjnym skały macierzystej niektórych badanych gleb, zwłaszcza w profilu C3, wiązać można ze znaczną zawartością chlorytów i smektytów w składzie mineralogicznym frakcji ilastej (tab. 1).

W warunkach klimatu umiarkowanego wymienne kationy Mg^{2+} stanowią zazwyczaj 0,1 do 0,2 ilości wymiennego Ca^{2+} [BOLT i in. 1978].

O ilościowym rozmieszczeniu kationów w badanych profilach glebowych zdecydowały procesy brunatnienia i lessivage. W procesie brunatnienia w wyniku wietrzenia krzemianów i glinokrzemianów wzrasta zawartość produktów ich wietrzenia oraz ilość kationów wymiennych w roztworze glebowym [KOBIERSKI, DĄBKOWSKA-NASKRĘT 2005].

W poziomach Bt i Bbr(t,fe), w stosunku do pozostałych poziomów w profilach, stwierdzono wyższe zawartości kationów dwuwartościowych. W profilach badanych gleb płowych charakterystyczne było rozmieszczenie kationów wapnia z ich zubożeniem w poziomach Eet i Ap i wzbogaceniem poziomów Bt.

Wysoką kationową pojemność wymienną w poziomach wzbogacenia Bbr(t,fe) gleb brunatnych i poziomach Bt gleb płowych wiązać można ze wzbogaceniem tych poziomów we frakcję ilastą. Równoległe ze wzrostem zawartości

w poziomach genetycznych frakcji o $\phi < 0,002$ mm, zwiększa się całkowita powierzchnia właściwa, co wpływa na zwiększenie pojemności wymiennej gleb w stosunku do kationów [DOBRZAŃSKI i in. 1977]. Wyniki analizy statystycznej potwierdziły istotnie dodatnią korelację między zawartością łu koloidalnego a PWK_c w badanych glebach.

Stwierdzono istotną statystycznie dodatnią korelację pomiędzy zawartością łu koloidalnego a zawartością wapnia i magnezu wymiennego.

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji między wybranymi składnikami gleb, dla $p < 0,05$
Correlation coefficients between chosen soil components significant at $p < 0.05$

Zmienna Variable	Ł koloidalny Clay fraction	PWK_c	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	C org.
Ł koloidalny; Clay fraction	–	0,472	0,341	0,448		
PWK_c		–	0,888		0,306	0,346
Ca^{2+}			–			0,369
Mg^{2+}				–		
K^+					–	0,615

Na podstawie zestawienia wyników badań własnych z wynikami badań wcześniejszych [CIEŚLA 1961, 1968] stwierdzono, że w regionie Równiny Inowrocławskiej wystąpiły warunki sprzyjające ubytkowi próchnicy glebowej, zwłaszcza w czarnych ziemiach, co niewątpliwie przyczynia się do stopniowej degradacji tych gleb. Przyczyn tego upatrywać należy w postępującej intensyfikacji rolnictwa, zmniejszających się dawkach nawożenia obornikiem oraz może być to wynikiem przeprowadzonych zabiegów melioracyjnych. Na podstawie przeprowadzonych badań trudno jednoznacznie określić wpływ intensywnego użytkowania rolniczego na właściwości sorpcyjne badanych gleb.

Degradacja gleb polegająca na zakwaszeniu, obniżeniu pojemności sorpcyjnej oraz przyspieszeniu mineralizacji próchnicy glebowej zachodzi może pod wpływem intensywnego nawożenia mineralnego. Potwierdzeniem tego są wyniki badań wielu autorów [KUSZELEWSKI, ŁABĘTOWICZ 1991; RABIKOWSKA i in. 1993; WOJNOWSKA i in. 1993; DOMŻAŁ i in. 1994].

Poziomy powierzchniowe badanych gleb zawierały wyższe ilości K^+ w stosunku do poziomów leżących głębiej. Jest to wynik wietrzenia minerałów, biologicznej akumulacji tego pierwiastka oraz efekt niezbilansowanego nawożenia potasem. Potwierdzają tę zależność w swoich badaniach KĘPKA [1992], SKŁODOWSKI i ZARZYCKA [1995], BŁASZCZYK [1998]. Wysokie dawki nawożenia potasem przyczyniać się mogą do illitowego kierunku transformacji wtórnych minerałów z grupy smektytów w poziomach wierzchnich gleb (tab. 1). Przewaga pakietów illitowych w minerałach ilastych w powiązaniu z ubytkiem materii organicznej powodować może obniżenie właściwości sorpcyjnych gleb, co zaobserwowano także w glebach innych regionów [DĄBKOWSKA-NASKRĘT i in. 2001].

Wnioski

1. Udział kationów zasadowych w większości gleb odpowiadał schematowi $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$ i rzadziej $Ca^{2+} > Mg^{2+} > Na^+ > K^+$.

2. Intensywne użytkowanie rolnicze, przyczyniające się do zmniejszenia zawartości próchnicy, nie wpłynęło znacząco na właściwości sorpcyjne oraz udział kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym badanych gleb.
3. Niewielkie wzbogacenie poziomów orno-próchnicznych w wymienny potas mogło być wynikiem niezbilansowanego nawożenia potasem oraz składem mineralogicznym frakcji ilastej.
4. Na wielkość pojemności sorpcyjnej oraz udział kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym głównie wapnia i magnezu znaczący wpływ miały skład mineralogiczny frakcji ilastej oraz procesy pedogeniczne.
5. Stwierdzono istotną statystycznie dodatnią korelację między zawartością iłu koloidalnego a zawartością wapnia i magnezu wymiennego.

Literatura

- BOLT G.H., BRUGGENWERT M.G.H., KAMPHORST A. 1978. *Adsorption of cations by soil*. Soil Chemistry 4: 54–90.
- BŁASZCZYK W.H. 1998. *Ilościowe zróżnicowanie form magnezu i potasu w glebach różnie użytkowanych*. Roczn. Glebozn. XLIX(3/4): 73–84.
- CIEŚLA W. 1961. *Właściwości chemiczne czarnych ziem kujawskich*. Prace Kom. Nauk. Roln. i Leśn. PTPN 8(2).
- CIEŚLA W. 1968. *Geneza i właściwości gleb uprawnych wytworzonych z gliny zwałowej na Wysoczyźnie Kujawskiej*. Rozprawa habilitacyjna, 18, WSR Poznań.
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H., JAWORSKA H. 1997. *Gleby płowe wytworzone z utworów pyłowych Pojezierza Chełmińskiego-Dobrzyńskiego i Wysoczyzny Kaliskiej*. Cz. I. *Morfologia i właściwości fizykochemiczne*. Roczn. Glebozn. XLVIII(1/2): 59–69.
- DĄBKOWSKA-NASKRĘT H., JAWORSKA H., KOBIEŃSKI M. 2001. *Cation exchange capacity of clay rich soils in relation to mineralogical composition and organic matter content*. Acta Agrophys. 50: 113–118.
- DOBZAŃSKI B., DECHNIK I., GLIŃSKI J., PONDEL H., STAWIŃSKI J. 1977. *Powierzchnia właściwa gleb Polski*. Roczn. Nauk Rol. Ser. D: 1–116.
- DOMŻAŁ H., WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA A., PRANAGAL J. 1994. *The degrading effect of agrotechnical measurements on the reaction and chemical properties of soil*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 413: 99–113.
- KĘPKA M. 1992. *Potas wymienny i silniej związany w niektórych glebach*. Cz. I. *Gleby brunatne wylugowane i płowe właściwe*. Roczn. Glebozn. XLVIII(3/4): 91–101.
- KOBIEŃSKI M., DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. 2003a. *Skład mineralogiczny i wybrane właściwości fizykochemiczne zróżnicowanych typologicznie gleb Równiny Inowrocławskiej*. Cz. I. *Morfologia oraz właściwości fizyczne i chemiczne gleb Równiny Inowrocławskiej*. Roczn. Glebozn. 54(4): 17–27.
- KOBIEŃSKI M., DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. 2003b. *Skład mineralogiczny i wybrane właściwości fizykochemiczne zróżnicowanych typologicznie gleb Równiny Inowrocławskiej*. Cz. II. *Skład mineralogiczny frakcji ilastej*. Roczn. Glebozn. 54(4): 29–44.
- KOBIEŃSKI M., DĄBKOWSKA-NASKRĘT H. 2005. *Potas w zróżnicowanych typologicznie glebach Równiny Inowrocławskiej*. Nawozy i Nawożenie (Fertilizers and fertiliza-

tion) VII, 3(25): 172–181.

KUSZELEWSKI L., ŁABĘTOWICZ J. 1991. *Skutki niezrównoważonego nawożenia mineralnego w świetle trwałego doświadczenia polowego*. Roczn. Glebozn. 42(3/4): 9–17.

MARCINEK J. 1998. *Niektóre problemy degradacji i regradacji gleb użytkowanych rolniczo*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 460: 627–637.

MARCINEK J., KOMISAREK J. 1993. *Przestrzenna ocena zawartości i zasobów materii organicznej w glebach w nawiązaniu do krajobrazów glebowych Wielkopolski*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 411: 113–122.

MICHAŁEK K., MOCEK A. 1981. *Kationy wymienne (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+) gleb brunatnoziemnych wytworzonych z glin złodowacenia bałtyckiego na Nizinie Wielkopolskiej*. Roczn. AR Poznań CXXVIII: 103–109.

PANAK H., WOJNOWSKA T., SIENKIEWICZ S. 1996. *Zmiany niektórych właściwości chemicznych i fizycznych czarnych ziem kętrzyńskich pod wpływem intensywnego nawożenia azotem*. Roczn. Gleb. XLVII(3/4): 41–46.

PN-ISO 11260 1999. *Oznaczanie efektywnej pojemności wymiennej kationowej i stopnia wysycenia zasadami z zastosowaniem roztworu chlorku baru*. PKN, Jakość gleby.

RABIKOWSKA B., WILK K., PISZCZ U. 1993. *Wpływ 20-letniego zróżnicowanego nawożenia mineralnego na właściwości gleby gliniastej*. Cz. I. Odczyn, właściwości sorpcyjne oraz zawartość węgla. Zesz. Nauk. AR Kraków 277(37) Cz. I: 119–131.

SKŁODOWSKI P., ZARZYCKA H. 1995. *Wpływ rolniczego użytkowania gleb na ich niektóre właściwości chemiczne*. Roczn. Glebozn. XLVI(3/4): 37–44.

TURPAULT M.P., BONNAUD P., FICHTER J., RANGER J., DAMBRINE E. 1996. *Distribution of cation exchange capacity between organic matter and mineral fraction in acid forest soils (Vosges mountains, France)*. European J. Soil Sci. 47: 545–556.

WOJNOWSKA T., PANAK H., SIENKIEWICZ S. 1993. *Zmiany fizyko-chemicznych właściwości gleby w warunkach wieloletniego nawożenia potasem, magnezem i sodem*. Zesz. Nauk. AR Kraków 277(37) Cz. I: 65–73.

Słowa kluczowe: pojemność sorpcyjna, kationy wymienne w glebach uprawnych

Streszczenie

Przeprowadzono ocenę właściwości fizyko-chemicznych, kationowej pojemności wymiennej oraz składu mineralogicznego gleb Równiny Inowrocławskiej zaliczanych do gleb płowych, brunatnych i czarnych ziem.

Odczyn we wszystkich poziomach genetycznych gleb regionu, był obojętny lub zasadowy i wahał się od pH_{KCl} 6,70 do pH_{KCl} 7,90.

Całkowita kationowa pojemność wymienna w poziomach genetycznych gleb wahała się w granicach od $4,02 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$ do $21,73 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$. Kompleks sorpcyjny badanych gleb wysycony był głównie przez kationy zasadowe. Wyraźnie niższy stosunek kationów wymiennych $Ca^{2+} + Mg^{2+} / Na^+ + K^+$ w poziomach powierzchniowych czarnej ziemi właściwej i gleby płowej, wskazuje na niewielkie wzbogacenie tych poziomów w kationy jednowartościowe, szczególnie w wymieniony potas.

Przeprowadzone badania wykazały, że gospodarka rolna w regionie Równiny Inowrocławskiej, intensyfikacja rolnictwa, przeprowadzone zabiegi melioracyjne i agrotechniczne – spowodowały, że zasoby próchnicy w glebach regionu wyraźnie zmalały. Nie wpłynęło to w decydujący sposób na właściwości sorpcyjne gleb oraz na zawartość kationów wymiennych i ich wzajemny udział w kompleksie sorpcyjnym.

SORPTION PROPERTIES AND CATION EXCHANGE CAPACITY OF ARABLE SOILS FROM THE INOWROCLAW PLAIN REGION

Miroslaw Kobierski, Halina Dąbkowska-Naskręt, Hanna Jaworska
Department of Soil Science,
University of Technology and Agriculture, Bydgoszcz

Key words: sorption properties, cation-exchange capacity, arable soils

Summary

Physico-chemical properties and mineralogical composition of arable soils from Inowrocławska Plain was the subject of the present study.

The content of organic matter in the studied soils was lower as compared to previous investigation, probably due to the melioration effect.

Neutral and alkaline reaction in the analyzed soil was observed. It was the result of high content of CaCO_3 in parent material and the dominance of exchangeable cations in sorptive complex. Total cation exchange capacity ranges from $4.02 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$ to $21.73 \text{ cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$.

The sorptive complex of studied soils was mainly saturated with basic cations, and base saturation of soils was up to 99.9%. Relative high amounts of exchangeable potassium detected in surface horizons may cause the transformation of smectites towards illite/smectite and illite minerals, causing the decrease of cation exchange capacity in the studied soils.

Dr inż. **Miroslaw Kobierski**
Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb
Akademia Techniczno-Rolnicza im. J.J. Śniadeckich
ul. Bernardyńska 6
85-029 BYDGOSZCZ
e-mail: kobierski@atr.bydgoszcz.pl