

JOLANTA KOMISAREK, SŁAWOMIR SZALAŁATA

Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

SKŁAD CHEMICZNY MASY GLEBOWEJ WYBRANYCH GLEB PŁOWYCH ZACIEKOWYCH WIELKOPOLSKI*

Streszczenie. Przeobrażenia pokrywy glebowej na skutek procesów pedogenicznych i geogenicznych można aktualnie określić w glebach na podstawie składu chemicznego masy glebowej. Analizę taką należy odnieść do materiałów macierzystych badanych gleb i produktów ich wietrzenia. W pracy badano właściwości gleb płowych zaciekowych z terenu środkowej Wielkopolski. Poza standardowymi analizami gleboznawczymi dotyczącymi właściwości fizyko-chemicznych, w pracy przedstawiono wyniki analiz specjalistycznych, polegających na oznaczeniu całkowitego składu pierwiastkowego masy glebowej (LIM i JACKSON 1982). Obliczono stosunki molarne i wskaźniki zwietrzenia minerałów na podstawie wzorów i wskazówek zaproponowanych przez ROSSA (1990) oraz BRAHY²EGO i IN. (2000). Zmiany w zawartości tlenków oszacowano na podstawie wzorów i wskazówek zaproponowanych przez VAN BREEMENA i BUURMANA (1998), KOMISAREK (2000) oraz MUHSA i IN. (2001). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w składzie chemicznym masy glebowej gleb płowych zaciekowych wyraźnie dominuje krzemionka. Najwięcej jest jej w poziomach powierzchniowych i eluwalnych. W poziomach zaciekowych i iluwalnych rośnie zawartość innych tlenków, szczególnie żelaza i glinu. W poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych w obrębie profili zaobserwowano wyraźne różnice wskaźników dotyczących wzbogacenia i zubożenia masy glebowej w tlenki i frakcję ilastą oraz wskaźników obrazujących zwietrzenie materiału glebowego. Może to świadczyć o głębokich przemianach w składzie chemicznym i mineralnym, jakie zaszły w trakcie rozwoju gleby. Otrzymane wyniki potwierdzają hipotezę, że najważniejszym procesem glebotwórczym kształtującym właściwości gleb płowych zaciekowych jest proces *lessivage*. Procesy eluwiacji i iluwiacji zachodzące w profilach gleb płowych zaciekowych oraz wietrzenie chemiczne powodują zróżnicowanie składu chemicznego masy glebowej w obrębie profili tych gleb.

Słowa kluczowe: gleby płowe zaciekowe, skład chemiczny gleby, wskaźniki zwietrzenia, ruchliwe i nieruchliwe pierwiastki, frakcja ilasta

*Praca powstała w ramach projektu badawczego nr 39/2009/G.

Wstęp

Większość gleb płowych zaciekowych powstała w Wielkopolsce z materiałów macierzystych, bogatych w kwarc, skaleniowce, glinokrzemiany i węglan wapnia. Zostały one zdeponowane przez lodowiec w trakcie zlodowacenia bałtyckiego. Przed rozpoczęciem właściwego procesu glebotwórczego pierwotny substrat glebowy musiał przejść kilka faz przekształceń pod wpływem procesów peryglacialnych (KONECKA-BETLEY i CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA 1979). W wyniku zjawisk zachodzących na przedpolu lodowca i późniejszych procesów glebotwórczych obecnie w glebach płowych węglan wapnia znajduje się najczęściej na dużych głębokościach; przemianie uległy także inne mineralne składniki gleby. Na skutek procesów glebotwórczych w profilach gleb płowych można zaobserwować zróżnicowanie w składzie chemicznym masy glebowej i składzie mineralogicznym (RANNEY i BEATTY 1969, CHODAK 1973). Skład mineralogiczny, który jest skutkiem określonych procesów geogenezy i pedogenezy, silnie determinuje skład chemiczny masy glebowej (KOMISAREK 2000). Przeobrażenia pokrywy glebowej na skutek procesów pedogenicznych i geogenicznych można aktualnie określić w glebach na podstawie składu chemicznego masy glebowej. Analizę taką należy odnieść do materiałów macierzystych badanych gleb i produktów ich wietrzenia.

W niniejszej pracy przedstawiono zróżnicowanie składu chemicznego w profilach gleb płowych zaciekowych. Obliczono wskaźniki zwietrzenia materiału glebowego w poszczególnych poziomach i podjęto próbę oszacowania zmian zawartości krzemionki oraz tlenków żelaza, glinu i tytanu. Badania składu chemicznego i jego zróżnicowania w obrębie poziomów genetycznych i diagnostycznych gleb płowych zaciekowych służą poznawaniu genezy i właściwości tych gleb.

Material i metody

Badania prowadzono na terenie Wielkopolski, na obszarze ukształtowanym podczas zlodowacenia bałtyckiego. W obrębie tego zlodowacenia można wyodrębnić kilka faz postępu lodowca. Materiałami macierzystymi gleb na omawianym terenie są z reguły węglanowe gliny zwałowe, odwapnione i spiaszczone w wierzchnich warstwach (STARKEL 1987, KONDRACKI 2001). Z około 20 profili gleb płowych zaciekowych, przeanalizowanych pod względem składu chemicznego masy glebowej, w niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań tylko w czterech wybranych profilach z obszaru: Równiny Kościańskiej (Stare Oborzyska 1), Pojezierza Międzychodzko-Pniewskiego (Kunowo 1), Równiny Szamotulskiej (Ostroróg 2) i Pojezierza Krajeńskiego (Jezioro Kosztowskie 2). Profil Kunowo 1 wytypowano na terenie lasu mieszanego, a trzy pozostałe profile glebowe – na polach uprawnych. Do analiz pobierano próbki gleby z poszczególnych poziomów genetycznych oraz z wyseparowanych zacieków materiału eluwialnego z poziomu *glossic*.

Skład granulometryczny w poszczególnych poziomach glebowych oznaczono metodą areometryczną Bouyoucosa-Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego i Rząsy, zgodnie z normą PN-R-04032 (1998). W celu określenia procesów glebowych zachodzących w badanych glebach oznaczono całkowity skład pierwiastkowy masy glebowej

metodą LIMA i JACKSONA (1982), zmodyfikowaną przez KOMISAREK (2000). Następnie w rozpatrywanych glebach obliczono stosunki molarne i wskaźniki zwietrzenia minerałów na podstawie wzorów i wskazówek zaproponowanych przez ROSSA (1990), KOMISAREK (2000) oraz BRAHY'EGO i IN. (2000). Zmiany w zawartości tlenków oszacowano na podstawie wzorów i wskazówek zaproponowanych przez VAN BREEMENA i BUURMANA (1998), KOMISAREK (2000) oraz MUHSA i IN. (2001).

Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczenia składu chemicznego badanych gleb płowych zaciekowych należy odnieść do uziarnienia poszczególnych poziomów genetycznych w obrębie badanych profili. Dane dotyczące uziarnienia przedstawiono w tabeli 1. Profilowe zróżnicowanie uziarnienia, wynikające przede wszystkim z zachodzącego w tych glebach procesu *lessivage*, wpływa na określone właściwości fizykochemiczne i skład chemiczny poszczególnych poziomów w profilu gleb płowych zaciekowych (KOMISAREK i SZALATA 2003, 2008). Z danych dotyczących składu chemicznego zestawionych w tabeli 2 wynika, że w masie glebowej analizowanych gleb wyraźnie dominuje krzemionka (SiO_2), której zawartość we wszystkich poziomach przekracza 78% i waha się w zakresie od 78,7% w poziomie glejowym C_{gk} (profil Kunowo 1) do 91,7% w poziomie powierzchniowym A_p (profil Stare Oborzyska 1). Największe ilości krzemionki znajdują się w poziomach powierzchniowych i eluwalnych, w których zawartość minerałów ilastych jest niska. Przeważa tam piasek i pył gruby, których głównym składnikiem jest krzemionka (tab. 1). Wraz ze wzrostem akumulacji frakcji ilastej w poziomach zaciekowych i iluwalnych zaobserwować można spadek udziału krzemionki w masie glebowej. W materiale wyseparowanym z językowatych zacieków materiału eluwalnego, w obrębie poziomu *glossic*, krzemionka stanowiła ponad 85% i jej zawartość była wyższa lub zbliżona do zawartości krzemionki w poziomach eluwalnych w danym profilu.

W masie glebowej poszczególnych poziomów glebowych, poza krzemionką, licznie reprezentowane były tlenki glinu i żelaza (tab. 2). Procentowy udział tlenków żelaza i glinu w poszczególnych poziomach genetycznych powiązany był z zawartością frakcji ilastej. W poziomach powierzchniowych i eluwalnych związki glinu stanowiły od ok. 4 do ok. 6%. Najliczniej występowały one w poziomach profilu Kunowo 1, najmniej było ich w profilu Stare Oborzyska 1. W poziomach iluwalnych, o największej akumulacji frakcji ilastej, tlenki glinu stanowiły od około 6% do ponad 8%; najliczniej występowały w profilu Kunowo 1.

Tlenki żelaza najintensywniej akumulowane były w poziomach zaciekowych (B/E) i iluwalnych, gdzie ich procentowa zawartość dochodziła do 5%. Wyraźnie zubożone w żelazo były poziomy powierzchniowe i eluwalne, w których związki żelaza stanowiły zaledwie 30-50% względem zawartości w poziomie odniesienia.

Analizowane w oznaczeniu masy glebowej pozostałe składniki gleby, poza związkami potasu i sodu, których zawartość wahała się najczęściej w zakresie od 1 do 2%, stanowiły w masie glebowej z reguły poniżej 1% (tab. 2).

Tabela 1. Skład granulometryczny badanych gleb pływych zaciekowych (%)
 Table 1. Soil texture of investigated Albeluvisols (%)

Poziom glebo- wy Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	Fracje – Soil separates									Grupa granulometryczna Soil textures	
		2,0-1,0 mm	1,0-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25- 0,10 mm	0,10- 0,05 mm	0,05- 0,02 mm	0,02-0,005 mm	0,005-0,002 mm	< 0,002 mm	PN-R-4033	USDA 1975
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Stare Oborzyska 1												
Ap	0-24	1,6	5,8	19,6	47,7	15,3	2	5	2	1	Pś	S
Ap2	24-33	1,6	4,5	18,9	47,0	17,0	3	4	2	2	PSś	S
Etg	33-56	2,1	5,4	17,0	38,9	20,7	5	7	3	1	PSd	fLS
E/B	56-70	1,9	4,8	14,7	31,5	20,2	6	7	3	11	GdP	fSL
B/E1	70-92	1,8	4,1	14,2	30,9	20,0	7	7	2	13	GdP	fSL
B/E2	92-110	1,7	4,3	13,2	30,3	17,5	7	8	3	15	GdP	fSL
Btg	110-130	1,9	4,6	12,5	28,0	17,1	7	7	4	18	GL	fSL
Cgk	130-145	2,3	5,5	13,7	30,0	18,8	7	8	4	11	GdP	fSL
Zacieki – Tongues		2,0	4,8	14,9	34,7	22,6	6	7	3	5	PGd	fLS
Kunowo 1												
Ah	0-10	0,7	3,5	10,7	23,4	23,7	14	17	5	2	GdP	fSL
A/E	10-19	1,1	3,6	11,2	24,6	20,5	12	15	7	5	GdP	fSL
Etg	19-34	1,5	3,6	11,2	24,2	20,5	11	15	6	7	GdP	fSL
E/B	34-45	1,6	3,6	10,3	22,2	17,3	10	14	6	15	GL	fSL
B/E	45-62	1,7	3,9	11,2	25,2	15,9	8	10	4	20	GL	fSL
Btg	62-100	1,8	3,4	11,2	24,3	15,3	8	11	5	20	GL	fSL
Cgk	100-140	2,2	5,1	11,6	26,3	17,9	9	11	5	12	GL	fSL
Zacieki – Tongues		1,6	3,9	11,0	23,9	18,6	11	14	6	10	GL	fSL
Ostroróg 2												
Ap	0-16	3,7	11,2	27,1	28,4	17,6	4	5	1	2	PSś	S
Ap2	16-31	4,2	10,0	26,4	30,0	17,4	4	4	2	2	PSś	S
Etg	31-50	4,3	11,5	24,4	25,1	18,7	5	6	2	3	PSś	LS
E/B	50-60	2,3	5,7	14,1	23,2	21,7	9	11	2	11	GdP	fSL

Komisarek J., Szałała S., 2011. Skład chemiczny masy glebowej wybranych gleb płowych zaciekowych Wielkopolski. Nauka Przyr. Technol. 5, 5, #83.

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
B/E1	60-99	2,8	4,1	10,9	21,6	21,6	11	11	2	15	GL	SL
B/E2	99-120	1,6	3,8	10,6	23,1	22,9	12	11	3	12	GL	fSL
BC	120-145	1,4	3,4	11,4	23,4	25,4	11	10	3	11	GL	fSL
Zacieki – Tongues		1,5	6,8	16,5	24,6	23,6	10	9	2	6	GdP	fSL
Jezioriki Kosztowskie 2												
Ap	0-33	1,5	5,2	15,4	30,3	21,6	10	10	4	2	PGd	fLS
Etg	33-49	2,1	5,6	15,6	29,8	20,9	8	10	4	4	GdP	fLS
E/B	49-65	1,8	5,2	14,8	29,4	18,7	6	8	3	13	GdP	fSL
B/E	65-100	1,3	3,4	11,2	28,3	19,8	8	8	4	16	GL	fSL
Btg	100-126	1,3	3,4	10,7	25,7	21,9	9	7	4	17	GL	fSL
BC	126-145	1,3	3,6	10,6	27,5	23,0	8	7	4	15	GdP	fSL
Zacieki – Tongues		1,8	6,5	22,2	33,7	16,9	6	5	3	5	PGś	LS

Tabela 2. Skład chemiczny badanych gleb płowych zaciekowych (%)
Table 2. Chemical composition of investigated Albeluvisols (%)

Poziom glebo- wy Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO	Straty z praże- nia Loss on igni- tion
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Stare Oborzyska 1												
Ap	0-24	90,63	3,368	1,157	0,100	0,250	0,943	0,342	0,090	0,299	0,041	1,18
Ap2	24-33	91,72	3,898	1,117	0,105	0,265	0,818	0,344	0,055	0,301	0,042	0,84
Etg	33-56	90,90	4,695	1,202	0,139	0,286	1,019	0,428	0,048	0,324	0,042	0,45
E/B	56-70	85,00	6,759	3,395	0,415	0,541	1,255	0,565	0,064	0,417	0,053	1,21
B/E1	70-92	83,60	7,192	3,851	0,486	0,647	1,296	0,685	0,075	0,481	0,057	1,36
B/E2	92-110	81,95	7,756	4,238	0,534	0,887	1,374	0,985	0,068	0,563	0,059	1,44
Btg	110-130	84,10	7,155	4,881	0,683	1,287	1,287	0,853	0,063	0,541	0,063	1,91
Cgk	130-145	80,90	4,134	3,725	0,542	1,679	1,288	0,651	0,069	0,575	0,058	2,90
Zacieki – Tongues		88,06	5,691	2,063	0,277	0,535	1,120	0,545	0,070	0,397	0,048	0,70

Tabela 2 – cd. / Table 2 – cont.

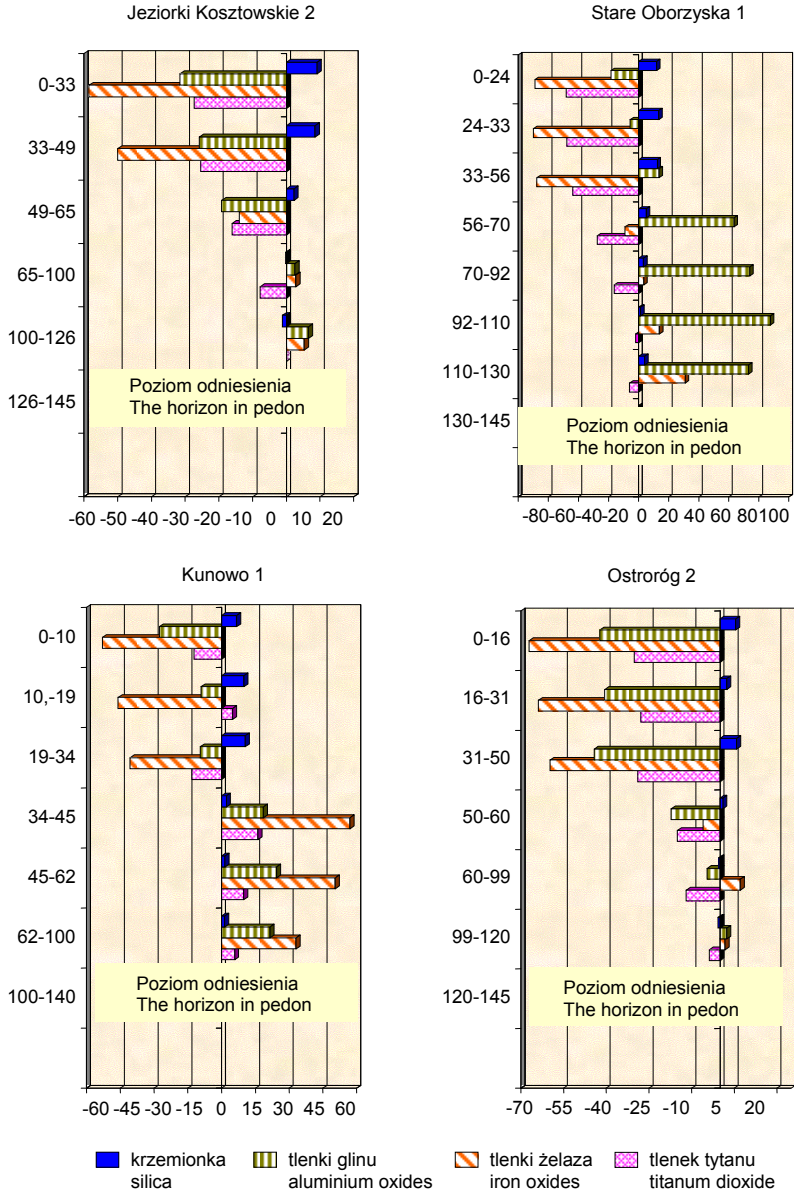
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kunowo 1												
Ah	0-10	84,03	5,027	1,478	0,198	0,240	1,080	0,549	0,050	0,412	0,019	5,20
A/E	10-19	86,61	6,324	1,697	0,206	0,257	1,357	0,632	0,037	0,492	0,023	1,86
Etg	19-34	87,00	6,300	1,866	0,234	0,289	1,299	0,578	0,033	0,406	0,028	1,46
E/B	34-45	80,38	8,247	4,932	0,590	0,520	1,523	0,749	0,040	0,545	0,056	2,12
B/E	45-62	79,87	8,651	4,729	0,739	0,652	1,426	0,841	0,057	0,515	0,049	2,34
Btg	62-100	79,72	8,454	4,182	0,903	1,395	1,584	0,985	0,067	0,496	0,034	2,10
Cgk	100-140	78,72	6,956	3,142	1,223	1,789	1,348	0,531	0,041	0,469	0,044	5,27
Zaciek	Tongues	85,00	6,989	2,621	0,358	0,420	1,416	0,656	0,052	0,525	0,032	1,44
Ostroróg 2												
Ap	0-16	87,73	4,240	1,238	0,240	0,435	1,175	0,801	0,141	0,329	0,066	1,70
Ap2	16-31	85,19	4,374	1,358	0,329	0,566	1,265	0,967	0,068	0,340	0,068	1,47
Etg	31-50	88,04	4,104	1,514	0,424	0,507	1,320	1,001	0,069	0,335	0,067	1,00
E/B	50-60	84,00	6,084	3,543	0,436	0,653	1,372	1,103	0,053	0,400	0,055	1,45
B/E1	60-99	82,88	7,024	4,039	0,560	0,805	1,452	1,234	0,076	0,415	0,043	1,69
B/E2	99-120	82,68	7,527	3,832	0,496	0,894	1,459	1,448	0,101	0,453	0,046	1,30
BC	120-145	83,18	7,352	3,766	0,504	0,836	1,472	1,290	0,083	0,471	0,061	1,14
Zaciek	Tongues	87,28	6,060	2,439	0,324	0,431	1,227	1,000	0,057	0,360	0,033	0,80
Jeziorki Kosztowskie 2												
Ap	0-33	87,54	5,217	1,902	0,127	0,423	1,062	0,461	0,096	0,546	0,098	1,76
Etg	33-49	87,05	5,647	2,289	0,197	0,567	1,160	0,580	0,074	0,561	0,097	1,15
E/B	49-65	82,00	6,223	3,943	0,343	0,966	1,336	0,659	0,056	0,630	0,076	2,12
B/E	65-100	80,05	7,802	4,706	0,402	0,945	1,489	0,784	0,082	0,700	0,071	2,63
Btg	100-126	79,21	8,106	4,821	0,431	1,113	1,506	0,890	0,094	0,752	0,088	2,61
BC	126-145	80,21	7,615	4,579	0,434	1,132	1,644	0,869	0,091	0,751	0,081	2,46
Zaciek	Tongues	89,25	4,769	2,015	0,171	0,448	0,943	0,561	0,061	0,649	0,067	0,80

W tabeli 3 i na rysunku 1 przedstawiono zmiany w zawartości tlenków: krzemu, glinu, żelaza i tytanu w poszczególnych poziomach, odniesione do poziomu z materiałem macierzystym lub poziomu najgłębszego w profilu. Dane te wskazują na to, że w poziomach powierzchniowych i eluwalnych przeważa krzemionka. Ze względu na słabą mobilność tego związku w poziomach tych nastąpiło względne zwiększenie zawartości krzemionki, w stosunku do poziomów iluwalnych i najgłębszego poziomu w profilu. Względne zwiększenie zawartości w krzemionkę w profilach Stare Oborzyska 1 i Kunowo 1 przekraczało odpowiednio 113 i 110% (rys. 1), przy zawartości w poziomie odniesienia traktowanym jako 100%.

Tabela 3. Oszacowane zmiany w zawartości tlenków względem poziomu najgłębszego w profilu (100%)

Table 3. Estimated changes of oxides in relation to the deepest horizon in pedon (100%)

Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Stare Oborzyska 1					
Ap	0-24	112,0	81,5	31,1	52,0
Ap2	24-33	113,4	94,3	30,0	52,3
Etg	33-56	112,4	113,6	32,3	56,3
E/B	56-70	105,1	163,5	91,1	72,5
B/E1	70-92	103,3	174,0	103,4	83,7
B/E2	92-110	101,3	187,6	113,8	97,9
Btg	110-130	104,0	173,1	131,0	94,1
Cgk	130-145	100,0	100,0	100,0	100,0
Kunowo 1					
Ah	0-10	106,7	72,3	47,0	87,8
A/E	10-19	110,0	90,9	54,0	104,9
Etg	19-34	110,5	90,6	59,4	86,9
E/B	34-45	102,1	118,6	157,0	116,2
B/E	45-62	101,5	124,4	150,5	109,8
Btg	62-100	101,3	121,5	133,1	105,8
Cgk	100-140	100,0	100,0	100,0	100,0
Ostroróg 2					
Ap	0-16	105,5	57,7	32,9	69,9
Ap2	16-31	102,4	59,5	36,1	72,2
Etg	31-50	105,8	55,8	40,2	71,1
E/B	50-60	101,0	82,7	94,1	84,9
B/E1	60-99	99,6	95,5	107,2	88,1
B/E2	99-120	99,4	102,4	101,8	96,2
BC	120-145	100,0	100,0	100,0	100,0
Jeziorki Kosztowskie 2					
Ap	0-33	109,1	68,5	41,5	72,7
Etg	33-49	108,5	74,2	50,0	74,7
E/B	49-65	102,2	81,7	86,1	83,9
B/E	65-100	99,8	102,5	102,8	93,2
Btg	100-126	98,8	106,5	105,3	100,1
BC	126-145	100,0	100,0	100,0	100,0



Rys. 1. Straty lub zyski tlenków względem najgłębszego poziomu opisanego w profilu

Fig. 1. Gain and loss of oxides in relation to the deepest horizon in pedon

Analizując profilowy rozkład tlenków glinu, żelaza i tytanu (tab. 3 i rys. 1), można zaobserwować zwiększenie zawartości tych składników w poziomach zaciekowych i iluwialnych. Wzbogacenie w tlenki żelaza w profilu Kunowo 1 dochodziło do 150% w stosunku do poziomu macierzystego (rys. 1).

Innym zjawiskiem zaobserwowanym w profilach było wyraźne zubożenie w tlenki żelaza, glinu i tytanu poziomów powierzchniowych i eluwialnych. Najsilniej w żelazo zubożone zostały poziomy powierzchniowe profile Stare Oborzyska 1 i Ostroróg 2 (rys. 1).

Zróznicowanie w składzie chemicznym badanych gleb dobrze obrazują również przedstawione w tabelach 4 i 5 stosunki molarne. Ze stosunków molarnych zaproponowanych przez Rossa – $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ oraz $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (ROSS 1990) – można odczytać, że najszersze stosunki molarne występują w poziomach

Tabela 4. Stosunki molarne i wskaźniki zwietrzenia minerałów w poziomach badanych gleb
Table 4. Molar ratios and weathering product indices in investigated soil pedons

Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$	W1	W2	TRB ($\text{cmol}_{(+)}/\text{kg}^{-1}$)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Stare Oborzyska 1								
Ap	0-24	35,21	208,2	35,28	6,41	0,335	0,973	48,2
Ap2	24-33	39,93	218,2	40,00	5,92	0,331	0,976	43,1
Etg	33-56	32,85	201,0	32,93	6,63	0,331	0,971	52,5
E/B	56-70	21,34	66,5	21,55	3,38	0,309	0,956	79,9
B/E1	70-92	19,73	57,7	19,97	3,17	0,340	0,953	96,8
B/E2	92-110	17,93	51,4	18,20	3,11	0,378	0,949	119,1
Btg	110-130	19,95	45,8	20,25	2,49	0,418	0,954	134,6
Cgk	130-145	33,21	57,7	33,44	1,88	0,517	0,972	135,1
Zacieki – Tongues		26,26	113,4	26,39	4,68	0,351	0,964	74,2
Kunowo 1								
Ah	0-10	23,66	151,1	23,75	6,92	0,316	0,960	64,6
A/E	10-19	23,24	135,6	23,35	6,32	0,320	0,960	68,6
Etg	19-34	23,43	123,9	23,55	5,73	0,314	0,960	68,1
E/B	34-45	16,54	43,3	16,85	2,84	0,298	0,944	97,9
B/E	45-62	15,67	44,9	15,96	3,10	0,322	0,942	117,3
Btg	62-100	16,00	50,7	16,26	3,43	0,410	0,943	160,0
Cgk	100-140	19,20	66,6	19,40	3,76	0,445	0,952	170,0
Zacieki – Tongues		20,64	86,2	20,80	4,52	0,326	0,955	84,0

Tabela 4 – cd. / Table 4 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ostroróg 2								
Ap	0-16	35,11	188,3	35,19	5,81	0,444	0,973	78,5
Ap2	16-31	33,05	166,7	33,14	5,47	0,477	0,972	94,6
Etg	31-50	36,40	154,5	36,50	4,60	0,493	0,974	99,4
E/B	50-60	20,12	63,0	20,34	3,39	0,397	0,954	113,2
B/E1	60-99	20,02	54,5	20,28	2,95	0,419	0,954	127,1
B/E2	99-120	18,64	57,3	18,88	3,33	0,425	0,951	134,4
BC	120-145	19,20	58,7	19,43	3,31	0,416	0,952	127,7
Zacieki – Tongues		24,44	95,1	24,59	4,22	0,383	0,962	89,8
Jezioriki Kosztowskie 2								
Ap	0-33	28,47	122,3	28,59	4,65	0,339	0,967	58,8
Etg	33-49	26,16	101,1	26,30	4,19	0,366	0,964	73,6
E/B	49-65	19,26	55,3	19,51	3,11	0,363	0,952	97,9
B/E	65-100	17,41	45,2	17,71	2,81	0,364	0,947	107,3
Btg	100-126	16,58	43,7	16,88	2,85	0,387	0,945	121,8
BC	126-145	17,87	46,6	18,16	2,82	0,409	0,949	124,8
Zacieki – Tongues		31,76	117,7	31,88	4,02	0,366	0,970	62,6

powierzchniowych, eluwalnych i materiale wyseparowanym z języków poziomu *glossic*. Największe wartości, przekraczające 100, przyjmuje wskaźnik $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$ w profilach Ostroróg 2 i Stare Oborzyska 1, odpowiednio 180 i 200. Wartości takie świadczą o akumulacji krzemionki oraz wymyciu i przetransportowaniu z frakcją ilastą tlenków żelaza z poziomów wierzchnich. W poziomach iluwalnych następuje akumulacja tlenków żelaza, o czym świadczą wskaźniki $\text{SiO}_2/\text{Fe}_2\text{O}_3$, o wartościach w zakresie ok. 40 do ok. 60. Wskaźniki $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ i $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$ mają zbliżone wartości w poszczególnych poziomach (tab. 4), ale obrazują również zróżnicowanie między poziomami z przewagą eluwacji, w których przyjmują najwyższe wartości – od ok. 20 do ok. 40, i poziomami iluwalnymi, w których wartości w zakresie od ok. 15 do ok. 20 wskazują na ich wzbogacenie w tlenki.

Najmniejsze wartości przyjmuje w badanych poziomach współczynnik $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (tab. 4), wynosi on od ok. 1,9 w poziomie wzbogaconym w węglan wapnia profilu Stare Oborzyska 1 do ok. 6,9 w poziomie powierzchniowym profilu Kunowo 1. Dane te wskazują ponownie na większą mobilność tlenków żelaza w stosunku do tlenków glinu i ich akumulację w poziomach iluwalnych.

Jak zauważono we wcześniejszych badaniach na obszarach powulkanicznych (OKUDA i IN. 1995) oraz na Spitsbergenie (MELKE 2007), zawartość pierwiastków mobilnych, takich jak Ca i Na, zmniejsza się w glebie z upływem czasu, podczas gdy

Komisarek J., Szałata S., 2011. Skład chemiczny masy glebowej wybranych gleb płowych zaciekowych Wielkopolski. Nauka Przyr. Technol. 5, 5, #83.

Tabela 5. Wskaźniki molarne głównych pierwiastków w poziomach genetycznych badanych gleb
Table 5. Molar ratios of major elements in investigated soils genetic pedons

Poziom glebowy Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	CaO/TiO ₂	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/TiO ₂	Al ₂ O ₃ /TiO ₂
1	2	3	4	5	6
Stare Oborzyska 1					
Ap	0-24	0,84	1,14	3,15	11,26
Ap2	24-33	0,88	1,14	2,72	12,95
Etg	33-56	0,88	1,32	3,15	14,49
E/B	56-70	1,30	1,35	3,01	16,21
B/E1	70-92	1,35	1,42	2,69	14,95
B/E2	92-110	1,58	1,75	2,44	13,78
Btg	110-130	2,38	1,58	2,38	13,23
Cgk	130-145	2,92	1,13	2,24	7,19
Kunowo 1					
Ah	0-10	0,58	1,33	2,62	12,21
A/E	10-19	0,52	1,28	2,76	12,85
Etg	19-34	0,71	1,42	3,20	15,52
E/B	34-45	0,95	1,45	2,79	15,13
B/E	45-62	1,27	1,63	2,77	16,80
Btg	62-100	2,81	1,99	3,19	17,04
Cgk	100-140	3,81	1,13	2,87	14,83
Ostroróg 2					
Ap	0-16	1,32	2,43	3,57	12,89
Ap2	16-31	1,66	2,84	3,72	12,86
Etg	31-50	1,51	2,99	3,94	12,25
E/B	50-60	1,63	2,76	3,43	15,21
B/E1	60-99	1,94	2,97	3,50	16,93
B/E2	99-120	1,97	3,06	3,20	16,62
BC	120-145	1,77	2,74	3,13	15,61
Jeziorki Kosztowskie 2					
Ap	0-33	0,78	0,85	1,95	9,57
Etg	33-49	1,11	1,04	2,27	10,08
E/B	49-65	1,53	1,05	2,10	9,88
B/E	65-100	1,27	1,11	2,00	11,05
Btg	100-126	1,41	1,13	1,91	10,81
BC	126-145	1,51	1,16	2,19	10,15

zawartość pierwiastków stabilnych, takich jak Ti i Zn, wzrasta. Dużą rolę odgrywa tu średnia roczna ilość wody przepływającej przez glebę. Im jej więcej, tym większe zubożenie poziomów powierzchniowych w związki wapnia, sodu i potasu (MUHS i IN. 2001).

W badaniach gleboznawczych stopnia zwietrzenia minerałów glebowych najczęściej stosuje się dwa wskaźniki: odzwierciedlający przemiany skaleniowców – W1 i opisujący przemiany tlenków, głównie Al i Si – W2 (OKUDA i IN. 1995), które obliczono również w poziomach badanych gleb. Obliczone wartości współczynników wietrzenia skaleniowców (W1) i dominacji tlenków (W2) przedstawiono w tabeli 4. Są one parametrami dobrze określającymi stopień zwietrzenia gleb. Na przykład im mniejsza wartość współczynnika W1, tym bardziej zwietrzałe są minerały (KOMISAREK 2000). Współczynnik wietrzenia skaleniowców przyjmował wartości najmniejsze najczęściej w poziomach powierzchniowych i eluwalnych oraz w wyseparowanym materiale eluwalnym z poziomu *glossic*. W poziomach iluwalnych wartości współczynnika rosły, a najwyższe były w poziomach akumulacji węgla wapnia. Taki układ współczynników W1 w profilach badanych gleb świadczy o najwyższym zwietrzeniu gleby w poziomach Ap i Et, natomiast poziomy materiału macierzystego znajdujące się najgłębiej w profilu są zwietrzałe w mniejszym stopniu.

W przypadku współczynnika dominacji tlenków W2 jego wartości wahały się w wąskim przedziale od 0,981 do 0,942. Małe zróżnicowanie tego współczynnika jest związane z uziarnieniem, składem mineralogicznym, jak i stopniem zwietrzenia minerałów. Takie zróżnicowanie współczynnika wskazuje także na dominację kwarcu we frakcji piasku i pyłu. Na wpływ uziarnienia, stopnia zwietrzenia i składu chemicznego masy glebowej na wyżej omówione współczynniki w glebach płowych wcześniej zwracała uwagę także KOMISAREK (2000), badająca gleby z obszaru Równiny Szamotulskiej.

Zawartość w glebie wietrzących minerałów, a ściślej potencjalną ilość kationów zasadowych, które mogą być uwolnione na skutek wietrzenia, można określić przez obliczenie całkowitych rezerw kationów zasadowych (TRB) (BRAHY i IN. 2000). Wskaźnik ten uwzględnia stężenia molowe tlenków: wapnia, magnezu, potasu i sodu. Dane dotyczące tego wskaźnika przedstawiono w tabeli 4. Na podstawie tych wyników można stwierdzić, że najmniejsze rezerwy kationów (TRB) występują w poziomach uprawnych i eluwalnych, co wskazuje na to, że poziomy te są najbardziej zwietrzałe i nastąpiło wymycie z nich produktów wietrzenia. Wyraźny wzrost TRB można zaobserwować wraz ze wzrostem głębokości, do poziomów największego nagromadzenia produktów wietrzenia i translokacji frakcji ilastej lub poziomu akumulacji węgla wapnia w profilu.

W celu określenia przemian minerałów pierwotnych wskazane jest porównanie zawartości Ca i Mg pochodzących z kalcytu, dolomitu i innych zawierających te pierwiastki minerałów, takich jak hornblenda; Na z plagioklazów i hornblendy; K ze skaleń potasowego i miki (biotytu, muskowitu i illitu), z zawartością stabilnych pierwiastków Ti lub Zr (MUHS i IN. 2001, MELKE 2007). W niniejszej pracy porównano zmiany zawartości tych wskaźników w obrębie badanych profili, odnosząc zawartości tlenków wapnia, sodu, potasu i glinu do zawartości tlenków tytanu. Zaobserwowano (tab. 5), że wielkości wskaźników CaO/TiO_2 mają zakres od ok. 0,5-1,7 w poziomach powierzchniowych i eluwalnych do ok. 1,3-2,8 w poziomach iluwalnych. Największe wartości wskaźnik ten przyjmował w poziomach wzbogaconych w węgiel wapnia –

2,92 w Starych Oborzyskach i 3,81 w Kunowie. Wskaźniki $\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ mają wartości w granicach od 0,85 do ok. 2,0, z tendencją do wzrostu wraz z głębokością. Jedynie w profilu Ostroróg wskaźniki są wyraźnie wyższe, w granicach 2,4-3,0. Zaobserwowano ponadto, że w profilach Kunowo i Stare Oborzyska, w poziomach wzbogaconych w węgiel wapnia wskaźniki $\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ miały najniższe w tych profilach wartości, wynoszące 1,13. Wskaźniki $\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$ są wyższe (1,91-3,94) niż te opisujące tlenki sodu w poszczególnych profilach, nie można jednak zaobserwować tendencji do ich wzrostu wraz z głębokością. Wskaźniki o największych wartościach, odbiegających od pozostałych trzech profili, zaobserwowano w profilu Jeziorki Kosztowskie. Wielkości wskaźników $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ mieszczą się w zakresie od ok. 9,6 w poziomie powierzchniowym profilu Jeziorki Kosztowskie, do ok. 17,0 w poziomach iluwialnych profili Kunowo i Ostroróg. Wielkości tych wskaźników są zależne od zawartości frakcji ilastej w poziomie glebowym i są najwyższe w poziomach zaciekowych i iluwialnych zawierających najwięcej frakcji ilastej, a najniższe w poziomach zubożonych w tę frakcję. Jak wskazują MASON i JACOBS (1998) oraz MUHS i IN. (2001), zawartość całkowitych tlenków żelaza i glinu w przeciwieństwie do wolnych i amorficznych jest silniej skorelowana z ilością frakcji ilastej i największe wartości przyjmuje w poziomach Bt. W badanych profilach potwierdzono wcześniejszą obserwację.

Otrzymane i przedstawione wyniki analiz składu chemicznego masy glebowej w profilach gleb pływych zaciekowych potwierdzają hipotezy na temat genezy tych gleb, związanej z procesem *lessivage*. Szczególnie tę, że kształtowanie się poziomu zaciekowego *glossic*, charakterystycznego dla gleb pływych zaciekowych, jest m.in. wynikiem stopniowego wymywania frakcji ilastej oraz związków żelaza i glinu ze stropu poziomu *argillic* (RANNEY i BEATTY 1969, SPIRIDONOWA i IN. 1999, KOMISAREK i SZALATA 2008). Na rolę procesu *lessivage* w kształtowaniu się różnic między poszczególnymi poziomami diagnostycznymi w omawianych glebach wskazuje zaobserwowane zróżnicowanie budowy chemicznej masy glebowej w obrębie badanych profili gleb pływych zaciekowych. Przebieg translokacji frakcji ilastej i materiałów powstających w procesie wietrzenia można pośrednio odczytać z wyników uzyskanych dla składu chemicznego masy glebowej, rozkładu wskaźników zwietrzenia materiału glebowego, zmian zawartości tlenków i frakcji ilastej w poszczególnych poziomach analizowanych profili glebowych. W glebach tych, mimo że są one stosunkowo młode, zaszły głębokie zmiany w składzie chemicznym i zawartości frakcji ilastej. Wpłynęły na to zazębiające się procesy wietrzenia i pedogenezy w trakcie rozwoju gleby. Wietrzenie chemiczne jest jednym z ważnych czynników glebotwórczych (OKUDA i IN. 1995), których oddziaływanie można wykazać na podstawie zaprezentowanych w pracy wskaźników zwietrzenia.

Wydaje się, że zmiany w składzie chemicznym masy glebowej spowodowane są przede wszystkim zróżnicowaniem uziarnienia w obrębie profilu glebowego powstającym na skutek translokacji frakcji ilastej. Rozpatrując zmiany zawartości frakcji ilastej i składu chemicznego masy glebowej w profilach względem poziomów najgłębszych lub poziomów z materiałem macierzystym, można przedstawić i wyjaśnić mechanizm ich zróżnicowania. Pozostające po translokacji frakcji ilastej w górnej części profili wybielone ziarna kwarcu (o średnicach piasku i pyłu) pozbawione są otoczek żelazistych, co powoduje względny wzrost zawartości krzemionki w tych częściach profilu. Frakcje ilaste oraz niektóre tlenki żelaza i glinu zostają przetransportowane do pozio-

mów iluwialnych. Są one odpowiedzialne za wzbogacenie tych części profili w żelazo i glin, a względne zubożenie w krzemionki. Obserwowane zróżnicowanie we wskaźnikach zwietrzenia minerałów W1 i W2 oraz rezerwach kationów zasadowych TRB również potwierdza przebieg w glebach płowych zaciekowych procesu *lessivage* i jego wpływ na powstawanie poziomu *glossic*, kształtowanie się wielu właściwości chemicznych i powstawanie zróżnicowania mineralogicznego w obrębie profili tych gleb.

Wnioski

1. W składzie chemicznym masy glebowej gleb płowych zaciekowych wyraźnie dominuje krzemionka. Najwięcej jest jej w poziomach powierzchniowych i eluwialnych. W poziomach zaciekowych i iluwialnych rośnie zawartość innych tlenków, szczególnie żelaza i glinu.

2. Na podstawie wyraźnych różnic w wartościach wskaźników dotyczących wzbogacenia i zubażania masy glebowej w poszczególnych poziomach w tlenki i frakcję ilastą oraz na podstawie obliczonych wskaźników zwietrzenia materiału glebowego w poziomach powierzchniowych i podpowierzchniowych – można stwierdzić, że w omawianych glebach zaszły głębokie zmiany w składzie chemicznym i mineralnym w trakcie rozwoju gleby.

3. Najważniejszym procesem glebotwórczym kształtującym właściwości tych gleb jest proces *lessivage*. W wyniku procesów eluwacji i iluwacji zachodzących w profilach gleb płowych zaciekowych oraz wietrzenia chemicznego następuje zróżnicowanie składu chemicznego masy glebowej w obrębie profili glebowych.

Literatura

- BRAHY V., DECKERS J., DELVAUX B., 2000. Estimation of soil weathering of stage and amid neutralizing capacity in toposequence and Luvisol-cambisol on less under deciduous forest in Belgium. Egypt. J. Soil Sci. 51, 1: 1-13.
- CHODAK T., 1973. Studia nad substancją koloidalną gleb wytworzonych z lessu. Roczn. Glebozn. 24, 2: 3-26.
- KOMISAREK J., 2000. Kształtowanie się właściwości gleb płowych i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 307.
- KOMISAREK J., SZALATA S., 2003. Niektóre właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb płowych zaciekowych Równiny Szamotulskiej. Roczn. AR Pozn. 305, Melior. Inż. Środ. 24: 77-86.
- KOMISAREK J., SZALATA S., 2008. Zróżnicowanie uziarnienia w profilach gleb płowych zaciekowych z obszaru Wielkopolski. Nauka Przyr. Technol. 2, 2, #10.
- KONDRACKI J., 2001. Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., 1979. Typologia gleb wytworzonych z płytkich utworów pyłowych Wysoczyzny Skierniewickiej. Roczn. Glebozn. 30, 2: 95-110.
- LIM C.H., JACKSON M.L., 1982. Dissolution for total elemental analysis. W: Methods of soil analysis. P. 2. Red. A.L. Page ASA, SSSA, Agron. 1-12.

- MASON J.A., JACOBS P.M., 1998. Chemical and particle size evidence for fine dust addition to soils of the Midwestern United States. *Geology* 26: 1135-1138.
- MELKE J., 2007. Weathering processes in the soils of tundra of Western Spitsbergen. *Pol. J. Soil Sci.* 40, 2: 217-226.
- MUHS D.R., BETTIS E.A., BEEN J., MCGEEHIN J.P., 2001. Impact of climate and parent material on chemical weathering in loess-derived soils of the Mississippi River Valley. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65: 1761-1777.
- OKUDA I., OKAZAKI M., HASHITANI T., 1995. Spatial and temporal variations in the chemical weathering of basaltic pyroclastic materials. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 59: 887-894.
- PN-R-04032, 1998. Gleby i twory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego. PKN, Warszawa.
- RANNEY R.W., BEATTY M.T., 1969. Clay translocation and albic tongue formation in two Glos-soboralfs of West-Central Wisconsin. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33: 768-775.
- ROSS S., 1990. Soil processes. A systematic approach. W: Routledge, London: 444.
- SPIRIDONOVA I.A., SEDOV C.N., BLONNIKOVA M.A., TARGULJAN V.O., 1999. Organizacija, sostav i genezis osvetlennych elementov stroenija dernovo-podzolistych suglinistych počv. W: Genezis i geografija počv. *Počvovedenie* 5: 561-567.
- STARKEŁ L., 1987. Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- VAN BREEMEN N., BUURMAN P., 1998. Soil formation. Kluwer, Dordrecht.

THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOIL MASS OF SELECTED ALBELUVISOLS FROM WIELKOPOLSKA REGION

Summary. Nowadays on the basis of chemical composition of soil mass, transformation of soil cover due to pedogenetic and geogenetic processes might be done. This analysis should refer both to parent material of a studied soil and products of their weathering. In this work properties of Albeluvisols of the central Wielkopolska region was studied. Beside standard analyses of physico-chemical properties, special analysis, total chemical composition of soil mass was done. Molar ratios and weathering indexes were calculated on the basis of formulas and guidelines given by ROSS (1990) and BRAHY et AL. (2000). Changes in the oxides content were evaluated on the basis of formulas and guidelines given by VAN BREEMEN and BUURMAN (1998), KOMISAREK (2000) and MUHS et AL. (2001). Result obtained showed that the main component of soil mass was silica. The higher concentration of silica was founded in the eluvial horizons. In turn of glossic and illuvial horizons increase concentration of other oxides, especially iron and aluminium, was observed. Clear differences in the values of enrichment and depletion indexes for clay fraction and oxides in the particular soil horizons and computed weathering index for surface and subsurface horizons indicate that in the studied soil during their evolution deep changes in the chemical and mineral composition occurred. Result received confirm hypothesis, that the most important soil process, which from properties of Albeluvisols is lessivage process. Eluvial and illuvial processes which occur in Albeluvisols profiles and chemical weathering are responsible for diversification in chemical composition of soil mass of these profiles.

Key words: albeluvisols, chemical soil composition, weathering ratios, mobile and immobile elements, clay fraction

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Jolanta Komisarek, Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, Poland, e-mail: jolakom@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

13.06.2011

Do cytowania – For citation:

*Komisarek J., Szałata S., 2011. Skład chemiczny masy glebowej wybranych gleb płowych zaciekowych Wielkopolski. *Nauka Przyr. Technol.* 5, 5, #83.*