

**Edward MELLER¹, Edward NIEDŹWIECKI¹, Ryszard MALINOWSKI¹,
Marcin KUBUS², Marek PODLASIŃSKI³*

**PRZYDATNOŚĆ GLEB PRZEZNACZONYCH POD POWIĘKSZENIE KOLEKCJI
OGRODU DENDROLOGICZNEGO W PRZELEWICACH
CZ. II. WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE I ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW
CHEMICZNYCH**

**SUITABILITY OF FORMER ARABLE LAND FOR EXTENSION OF
DENDROLOGICAL GARDEN COLLECTION IN PRZELEWICE
PART II. SORPTION PROPERTIES AND CHEMICAL ELEMENT CONTENT**

¹ Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

² Katedra Dendrologii i Kształtowania Terenów Zieleni, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Abstract. This paper is the continuation of the first part of research assessing the suitability of former, intensively used, arable land for the extension of Dendrological Garden collection in Przelewice presented in “Morphological characteristics and some physical properties of soils” Despite a fairly stable loam fraction (<0.002 mm) in the humus horizon (Ap), the examined soils differed in organic carbon content, reaction and total exchangeable acidity, which differentiated their sorptivity (T) and extent of saturation with alkaline cations (V). It was found that in Ap horizon of grey-brown podsollic soil T was $6.9 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ and V only 58.0%, in Ap of deluvial soils T ranged from $9.3\text{--}17.5 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$, and V 58.1–97.1%, whereas in leached black earths T was in the range $12.6\text{--}17.9 \text{ cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$ and V 81.0–89.9%. Resources of available potassium and phosphorus varied from low to very high while the resources of available magnesium were medium. In light of legal regulations and recommendations the soils did not exhibit heavy metal contamination. Due to a high value of trophicity indicator ITGL (from 33.9 to 44.8), they were classified as eutrophic and hypertrophic.

Słowa kluczowe: ogród dendrologiczny, właściwości chemiczne gleby.

Key words: chemical properties of soils, dendrological garden.

WSTĘP

Praca jest kontynuacją I części opracowania oceniającego przydatność gleb porolnych, intensywnie użytkowanych przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach i przedstawionego pt. „Cechy morfologiczne i niektóre właściwości fizyczne gleb”.

* Adres do korespondencji – Corresponding author: dr hab. Edward Meller, prof. ZUT, Zakład Gleboznawstwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin, e-mail: Edward.Meller@zut.edu.pl.

W aktualnej realizacji II części opracowania, ujmującego skład chemiczny badanych gleb, w tym m.in. właściwości sorpcyjne i zawartość składników dostępnych roślinom, skorzystano z wcześniej przeprowadzonych badań terenowych, w wyniku których pobrano materiał glebowy w postaci 37 próbek glebowych, reprezentujących czarne ziemie wylugowane (profile 5, 6), gleby płowe typowe (profil 7), deluwialne (profile 1, 2, 4) i arenosole (profil 3).

Wybitni polscy gleboznawcy i chemicy rolni (m.in. Musierowicz 1947, Terlikowski 1958, Tomaszewski 1964, Lityński i Jurkowska 1982) w swoich opracowaniach wiele miejsca poświęcali znaczeniu zdolności sorpcyjnych gleby w procesach odżywiania roślin. Podkreślali przy tym ich znaczącą rolę w zatrzymywaniu i regulowaniu poziomu składników pokarmowych wprowadzonych z nawozami do gleby i ograniczaniu przenikania tych składników w postaci jonów do wód gruntowych i powierzchniowych, sugerując przy tym funkcje ochronne sorpcji w zapobieganiu eutrofizacji cieków i zbiorników wodnych występujących w krajobrazie. Bednarek i in. (2004), Bielińska i Mocek (2010), Siebielec i in. (2012) zwracają uwagę, że właściwości sorpcyjne gleby przyczyniają się również do unieruchomienia dostających się do gleby substancji toksycznych dla organizmów żywych, m.in. różnych metali ciężkich, pestycydów czy substancji ropopochodnych. Autorzy podkreślają, że im gleba jest bogatsza w koloidy mineralne i organiczne, tym skuteczniej wiąże substancje szkodliwe. Greinert (2009) także uważa, że poprawa właściwości sorpcyjnych gleb miejskich zmniejsza w nich biodostępność kumulowanych zanieczyszczeń i jest warunkiem utrzymania w dobrym stanie terenów zieleni miejskiej.

Celem pracy jest ukazanie właściwości sorpcyjnych gleb porolnych przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach oraz stanu zasobności tych gleb w formy składników pokarmowych dostępnych roślinom, w formy ruchome – rozpuszczalne w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz w formy rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$.

METODYKA BADAŃ

W przedstawianej publikacji przytoczono (tab. 1) wyniki badań zawarte w I części opracowania dotyczące odczynu gleby, zawartości w niej frakcji ilastej ($<0,002 \text{ mm}$) oraz nazwy ustalonych grup i podgrup granulometrycznych. Zamieszczono także wartości węgla organicznego, wyliczone z zawartości próchnicy glebowej.

Natomiast w pobranym materiale glebowym, w postaci 37 próbek, oznaczono zawartości azotu ogólnego metodą Kjeldahla i kwasowości wymiennej całkowitej (hydrolitycznej) metodą Kappena. Sumę zasad wymiennych w próbkach bezwęglowych określono także metodą Kappena, a w próbkach zawierających CaCO_3 – metodą Pallmana, stosując roztwór $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Przystawalny dla roślin fosfor i potas oznaczono metodą Egnera-Riehma, a przystawalny magnez – metodą Schachtschabela. Zasobność gleby w przystawalne formy mikroskładników (Pb, Zn, Cu, Mn, Fe) oznaczono zgodnie z zaleceniami Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego (Gembarzewski i in. 1987), stosując metodę Rinkisa, w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Do określenia zawartości wymienionych form mikroskładników oraz form, często uważanych jako ogólna zawartość – rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów makroelementów (K, Mg, Ca, Na) oraz mikroelementów (Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Fe) – zastosowano spektrofotometr absorpcji atomowej typu Solaar 929.

Tabela 1. Zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego, wartość C : N oraz właściwości sorpcyjne w porolnych glebach V klasy bonitacyjnej przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach

Table 1. Content of organic carbon, total nitrogen, C : N ratio and sorption properties of former agricultural soils V bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizon Depth (cm)		Skład granulometryczny Procentowa zawartość iltu (< 0,002 mm) Teksture. Content of clay (< 0,00 2 mm)	pH _{KCl}	C (g · kg ⁻¹)	N (g · kg ⁻¹)	C:N	Pojemność sorpcyjna Exchange capacity (cmol(+) · kg ⁻¹ of soil)			V = (S/T) · 100 (%)
	H cał.	S						T			
Obniżenie terenu Gleby deluwialne czarnoziemne I	Ap	0–35	gp* (6)	6,2–7,5	17,4** 7,5–24,6	1,91 0,98–2,68	9,1	0,5	17,0	17,5	97,1
Slight depression Chernozems deluvial soils I	Ag	35–70	gp (6)	7,5	14,3	1,10	13,0	0,4	18,7	19,1	97,9
Obniżenie terenu Gleby deluwialne II	Ap	0–36	pg (4)	6,4–7,0	6,0 3,6–9,6	0,70 0,43–0,87	8,6	1,1	4,6	5,7	80,7
Slight depression Deluvial soils II	AC	36–80	ps (2)	6,9	3,2	0,30	10,7	1,0	3,4	4,4	77,3
	Cg	80–150	pg (4)	7,0	n.o.***	n.o.	n.o.	0,9	3,6	4,5	80,0
Niewielkie wzniesienie terenu	Ap	0–34	gp (4)	6,8–7,7	6,4 2,1–10,6	0,80 0,63–1,13	8,0	0,3	9,4	9,7	96,9
Arenosole III	C1	34–51	pl (2)	7,7	n.o.	n.o.	n.o.	0,1	7,9	8,0	98,8
	C2	51–66	pl (1)	7,9	n.o.	n.o.	n.o.	0,1	6,9	7,0	98,6
	C3	56–74	pl (2)	7,9	n.o.	n.o.	n.o.	0,1	6,2	6,3	98,4
Slight elevation Arenosols III	C4	74–150	ps (2)	7,9	n.o.	n.o.	n.o.	0,1	6,9	7,0	98,6

*gp – glina piaszczysta – sandy loam; gl – glina lekka – sandy loam; pg – piasek gliniasty – loamy sand; ps – piasek słabogłisty – sand; piasek luźny – sand, ** – wartość średnia z trzech próbek zbiorczych z poziomu Ap – the average value of 3 samples from arable-humus (Ap) horizon; *** - n.o. – nie oznaczono – not determined.

Zawartości fosforu określono kolorymetrycznie. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyliczenia: stosunku C : N, pojemności sorpcyjnej gleby, stopnia wysycenia gleb kationami o charakterze zasadowym, udziału form przyswajalnych mikrośladników w ogólnej ich zawartości oraz indeksu troficzności gleb według Brożka i Zwydaka (2003).

WYNIKI I DYSKUSJA

Pojemność sorpcyjną gleby kształtują: zawartość koloidalnej frakcji ilastej, jej powierzchnia właściwa związana ze składem mineralogicznym oraz ilość i jakość związków próchnicznych i ich połączenia organiczno-mineralne, a także odczyn gleby. Ponieważ w większości gleb dominują koloidy mineralne i organiczne o ładunkach ujemnych, stąd zdolność gleby do wymiennej adsorpcji kationów (zasadowych oraz wodoru i glinu) określono kationową pojemnością sorpcyjną (Mocek i in. 1997), bądź kationową pojemnością wymienną (Komisarek 2000, Bednarek i in. 2004).

Do jej oceny w tabeli 1 zamieszczono niektóre dane decydujące o właściwościach sorpcyjnych badanych gleb. Wynika z nich, że gleby porolne przeznaczone pod powiększenie kolekcji ogrodu dendrologicznego w poziomie uprawnym Ap, niezależnie od przynależności typologicznej, charakteryzują się dość stabilną zawartością iltu (<0,002 mm), przeważnie w granicach od 4 do 6%. Natomiast większe różnice ujawniły się w przypadku zawartości węgla organicznego i w kształtowaniu się odczynu. Najbardziej zasobne w węgiel organiczny były czarne ziemie wylugowane oraz gleby deluwialne czarnoziemne, w ich poziomie uprawnym stwierdzono zawartość węgla od 10,6 do 17,4 g · kg⁻¹ gleby, przy czym w profilu glebowym utrzymywał się on do znacznych głębokości (tab. 2). Mniejsze zawartości węgla wykazywał poziom Ap gleb płowych i deluwialnych (6,0 g · kg⁻¹) oraz arenosoli (6,4 g · kg⁻¹). Przytoczony stan zasobności w węgiel organiczny gleb na badanym obiekcie należy oceniać jako niski do średniego, bowiem według Krasowicza i in. (2011) średnia zasobność w próchnicę warstwy uprawnej gleb użytków rolnych w Polsce wynosi 22 g · kg⁻¹, czyli 12,8 g · kg⁻¹ węgla. Na ogół korzystnie przedstawia się stosunek C : N utrzymujący się w poziomie uprawnym badanych gleb w granicach 8,0–10,1, a w przypadku czarnych ziem wylugowanych – 9,9–10,0. Wskaźnik ten informuje o kierunku przebiegu procesów biologicznych. Jego spadek zauważalny w arenosolach i glebach płowych może oznaczać wyższą intensywność procesu mineralizacji materii organicznej od dopływu świeżej masy organicznej.

W obrębie badanego obszaru ujawniło się także silne zróżnicowanie odczynu i kwasowości wymiennej całkowitej gleby, gdyż wartości pH_{KCl} wahały się od 4,3 do 7,7. Wprawdzie w większości przypadków gleby wykazywały odczyn optymalny dla procesów biologicznych; pH_{KCl} utrzymywało się bowiem w granicach 5,5–7,2, jednakże na niewielkich powierzchniach, przeważnie w poziomie Ap, niektórych gleb deluwialnych czarnoziemnych, czarnych ziem wylugowanych oraz płowych ujawniało się znaczne ich zakwaszenie wyrażające się odczynem kwaśnym, a nawet silnie kwaśnym oraz stosunkowo wysokimi wartościami kwasowości wymiennej całkowitej (od 1,9 do 3,9 cmol(+) · kg⁻¹). Niekiedy odczyn znacznie zmieniał się nawet przy niewielkich odległościach między punktami pomiarowymi. Na zmianę odczynu gleb w zależności od położenia w reliefie zwracają uwagę Bieniek (1997) oraz Koćmit (1998).

Tabela 2. Zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego, stosunek C : N oraz właściwości sorpcyjne w porolnych glebach III–IV klasy bonitacyjnej przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach

Table 2. Content of organic carbon, total nitrogen, C : N ratio and sorption properties of former agricultural soils III–IV bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizon Depth (cm)		Skład granulometryczny Procentowa zawartość ilu (< 0,002 mm) Teksture. Content of clay (< 0,002 mm)	pH _{KCl}	C (g · kg ⁻¹)	N (g · kg ⁻¹)	C : N	Pojemność sorpcyjna Exchange capacity (cmol(+) · kg ⁻¹ of soil)			V = (S/T) · 100 (%)
	H cał.	S						T			
Niewielkie zagłębienie Gleby deluwialne, czarnoziemie IV	Ap	0–32	gp (5)	4,3–6,7	10,6 8,8–12,9	1,10 1,04–1,29	9,6	3,9	5,4	9,3	58,1
Slight concavity Slight depression Chernozems deluvial soils IV	A2	32–75	gp (5)	4,9	7,3	0,70	10,4	2,4	7,0	9,4	74,5
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane V	Ap	0–30	gp (5)	5,5–6,8	13,0 11,8–14,3	1,29 1,20–1,43	10,1	1,9	16,0	17,9	89,4
Slight elevation Black earths leached V	A2	30–52	gp (4)	5,7	8,7	0,78	11,1	1,7	13,4	15,1	88,7
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane VI	C	52–100	gl (13)	5,9	2,4	0,30	8,0	1,1	12,4	13,5	91,9
Slight elevation Black earths leached VI	Ap	0–32	gp (5)	4,9–6,1	11,1 10,9–11,3	1,12 1,04–1,18	9,9	2,4	10,2	12,6	81,0
Slight elevation Black earths leached VI	A2	32–55	gp (5)	6,3	8,4	0,70	12,0	1,9	11,8	13,7	86,1
Teren równinny Gleby płowe typowe VII	Ap	0–27	gp (4)	5,0–5,8	6,0 5,3–6,7	0,72 0,50–0,88	8,3	2,9	4,0	6,9	58,0
Flat area Soils lessives typical VII	Eet	27–45	gp (7)	4,7	3,2	0,40	8,0	2,4	3,2	5,6	57,1
	Bt	45–90	gl (13)	5,3	1,9	0,22	8,6	1,4	10,6	12,0	88,3
	C	90–150	gl (10)	6,4	n.o.	n.o.	n.o.	1,1	8,0	9,1	87,9

Przy czym Bieniek (2001) podkreśla, że poziomy próchniczne gleb deluwialnych często charakteryzują się znaczną kwasowością wymienną całkowitą. W wymienionych typach badanych gleb kwasowość wymienna całkowita malała wraz z głębokością profilu, osiągając najniższe wartości w skale macierzystej (tab. 2). Wielu autorów, m.in. Bogda i in. (1990), Chodak (2004), Kobierski i in. (2005), Jaworska i in. (2008), Kalembasa i in. (2011), podkreśla, że przy zmniejszającej się kwasowości całkowitej suma kationów zasadowych oraz pojemność sorpcyjna gleby zwiększają się w głąb profilu. Natomiast na badanym obszarze na ogół trudno dopatrzeć się podobnej prawidłowości; najwyraźniej zaznacza się ona jedynie w poziomach Bt i C gleb płowych, co można wiązać ze wzbogaceniem tych poziomów we frakcję ilastą (<0,002 mm) poprzez wymycie jej z górnych poziomów profilu glebowego (tab. 2, odkrywka VII). Zdaniem Komisarek (2000) i Jaworskiej i in. (2008), poziomy uprawne gleb płowych zawierają małe ilości frakcji ilastej oraz charakteryzują się niezbyt wysoką próchnicznością, dlatego też ich zdolności sorpcyjne są niewielkie. Natomiast poziomy iluwialne (Bt) o śladowych ilościach materii organicznej wyróżniają się ponad dwu- lub trzykrotnie większą zawartością frakcji ilastej aniżeli poziomy uprawne, posiadają więc większą kationową pojemność wymienną. Przy tym Komisarek (2000) podkreśla, że w czarnych ziemiach dominujący wpływ na właściwości sorpcyjne wywiera materia organiczna.

Zdolność sorpcyjna gleb charakteryzuje się także stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym, określanym symbolem V. Niskie wartości V, poniżej 80%, stwierdzono tylko przy kwasowości wymiennej całkowitej w granicach 2,4–3,9 cmol(+) · kg⁻¹ gleby występującej w poziomie orno-próchnicznym Ap i przemywania Et gleby płowej oraz w górnych poziomach gleby deluwialnej czarnoziemnej (tab. 2).

Natomiast w arenosolach i w odkrywce I gleb deluwialnych czarnoziemnych zawierających, jak wykazano w I części opracowania, do 2,8% CaCO₃, stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami był bardzo wysoki, gdyż utrzymywał się powyżej 97,3%. W kompleksie sorpcyjnym tych alkalicznych gleb dominowały jony wapnia, których udział wynosił od 95,3 do 97,4%.

Z przedstawionych danych wynika, że czynniki naturalne i antropogeniczne, które uformowały badany teren, wywarły także istotną rolę w kształtowaniu i w przeobrażaniu glebowych procesów typologicznych, różnicując ich cechy morfologiczne i właściwości, w tym także właściwości sorpcyjne i zawartość składników chemicznych dostępnych roślinom oraz ich form rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ + HClO₄. Dużą rolę przy tym, mimo niskofalistej rzeźbie terenu, odegrały procesy erozyjne.

Według wyceny IUNG (1990) w Puławach, wysoką zasobność w przyswajalny fosfor i potas w poziomie Ap wykazywały tylko niektóre gleby deluwialne i arenosole. Przy czym w wymienionych glebach deluwialnych wysoką, a niekiedy nawet bardzo wysoką, zasobność w przyswajalny potas stwierdzano także w głębszych poziomach (tab. 3, 4, odkrywka II, IV). Na tym tle czarne ziemie wylugowane były w omawiane składniki znacznie uboższe, bowiem ich nagromadzenie w Ap na ogół wykazywało średnią zasobność malejącą wraz z głębokością profilu glebowego. Natomiast niskie wartości dostępnego dla roślin fosforu, potasu i magnezu ujawniały się w glebach płowych (tab. 4). Spośród badanych przyswajalnych dla roślin makroskładników najbardziej korzystnie i stabilnie przedstawia się zawartość magnezu, która z wyjątkiem wspomnianych gleb płowych i głębszych poziomów w arenosolach, utrzymuje się w granicach zasobności średniej, a w poziomie Ap niekiedy zasobności wysokiej.

Tabela 3. Zawartość makroskładników przyswajalnych oraz rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ + HClO₄ w glebach porolnych V klasy bonitacyjnej, przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach

Table 3. Content of available macroelements and soluble in a mixture of concentrated HNO₃ + HClO₄ acids in soils of former agricultural soils V bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizon Depth (cm)		Składniki przyswajalne Available elements (mg · kg ⁻¹ s.m. gleby)			Makroskładniki rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów HNO ₃ + HClO ₄ Macroelements soluble in concentrated acids HNO ₃ + HClO ₄ (g · kg ⁻¹ s.m. gleby – g · kg ⁻¹ d.m. of soil)				
	P	K	Mg	K	Mg	Ca	Na	P		
Obniżenie terenu Gleby deluwialne czarnoziemne I	Ap	0–35	35,8	45,9	68,1	1,82	1,44	12,60	0,12	0,70
			32,6–42,2	31,6–85,2	52,0–84,0	1,73–1,89	1,17–1,57	12,54–12,66	0,11–0,13	0,55–0,86
Slight depression Chernozems deluvial soils I	Ag	35–70	58,0	21,0	85,0	1,55	1,35	4,48	0,11	0,29
Obniżenie terenu Gleby deluwialne II	Ap	0–36	165,4	209,1	94,3	1,42	0,79	1,52	0,08	0,65
			36,1–310,6	100,6–335,1	39,2–166,9	1,20–1,65	0,65–1,04	0,83–2,25	0,07–0,11	0,52–0,79
	AC	36–80	79,2	222,6	73,3	1,25	0,57	0,72	0,07	0,37
Slight depression Deluvial soils II	Cg	80–150	58,9	533,1	69,0	1,52	0,62	0,87	0,07	0,51
Niewielkie wzniesienie terenu Arenosole III	Ap	0–34	206,8	154,0	66,0	1,91	1,44	9,76	0,09	0,75
			169,8–258,7	63,2–245,1	25,0–110,7	1,79–2,09	1,17–1,59	8,34–11,19	0,08–0,11	0,55–0,88
	C1	34–51	88,9	31,3	12,1	0,76	0,67	20,02	0,06	0,46
	C2	51–66	68,6	30,3	12,8	0,62	0,39	9,36	0,05	0,33
	C3	56–74	34,3	17,1	14,7	0,62	0,50	16,62	0,07	0,35
Slight elevation Arenosols III	C4	74–150	33,4	30,7	14,3	0,81	0,52	9,40	0,07	0,35

Tabela 4. Zawartość makroskładników przyswajalnych oraz rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ + HClO₄ w porolnych glebach średnich, przeznaczonych pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach

Table 4. Content of available macroelements and soluble in a mixture of concentrated HNO₃ + HClO₄ acids of former agricultural soils III-IV bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice

Położenie odkrywki, typ gleb, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizons Depth (cm)		Składniki przyswajalne Available elements (mg · kg ⁻¹ s.m. gleby)			Makroskładniki rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów HNO ₃ + HClO ₄ Macroelements soluble in concentrated acids HNO ₃ + HClO ₄ (g · kg ⁻¹ s.m. gleby – g · kg ⁻¹ d.m. of soil)				
	P	K	Mg	K	Mg	Ca	Na	P		
Niewielkie zagłębienie deluwialne, czarnoziemie IV Slight concavity Slight depression Chernozems deluvial soils IV	Ap	0–32	26,1 20,7–32,6	148,4 116,4–183,5	58,1 47,8–70,0	2,95 2,72–3,32	1,67 1,53–1,85	2,28 1,73–3,55	0,12 0,11–0,12	0,70 0,53–0,77
	A2	32–75	15,0	179,3	53,2	2,94	1,73	1,99	0,09	0,48
	A3	75–120	10,6	56,8	46,6	2,42	1,76	2,13	0,10	0,46
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane V Slight elevation Black earths leached V	Ap	0–30	62,2 58,1–64,2	121,1 106,4–144,8	80,1 70,4–87,4	3,21 2,92–3,37	2,13 1,96–2,58	4,09 3,05–5,95	0,14 0,12–0,16	0,79 0,73–0,84
	A2	30–52	98,1	58,5	52,2	2,86	1,82	3,42	0,13	0,70
	C	52–100	77,9	58,5	67,6	4,26	3,06	3,02	0,14	0,68
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane VI Slight elevation Black earths leached VI	Ap	0–32	44,5 35,6–49,3	118,5 95,1–126,8	71,1 54,8–89,6	2,94 2,72–3,15	1,78 1,64–1,89	2,77 2,46–3,07	0,12 0,10–0,13	0,76 0,68–0,81
	A2	32–55	58,9	65,2	54,0	2,77	1,78	3,03	0,13	0,73
	C	55–100	84,0	47,9	62,4	3,16	2,08	2,40	0,13	0,61
Teren równinny Gleby plove typowe VII Flat area Soils lessives typical VII	Ap	0–27	38,7 33,2–44,7	56,1 48,1–62,8	37,5 30,1–42,6	2,75 2,34–3,10	0,91 0,73–1,26	0,64 0,44–0,87	0,23 0,15–0,29	0,51 0,42–0,59
	Eet	27–45	18,0	41,9	38,4	2,74	1,02	0,36	0,14	0,34
	Bt	45–90	15,4	37,3	64,9	4,20	2,11	0,98	0,83	0,40
	C	90–150	15,0	24,8	48,1	3,41	1,46	0,59	0,23	0,34

Zawartość makroelementów (K, Mg, P) rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów, określana często ogólną zawartością składników w glebach, na badanym obiekcie najkorzystniej przedstawiała się w czarnych ziemiach wylugowanych, wykazując stosunkowo niewielkie różnice w całej miąższości profilu. W glebach tych zawartość ogólna potasu utrzymywała się w granicach 2,77–4,26; magnezu 1,78–2,13 i fosforu 0,61–0,79 g · kg⁻¹ s.m. gleby (tab. 4). Natomiast największą zawartość tej formy wapnia stwierdzono w glebach deluwialnych i w arenosolach wykazujących odczyn alkaliczny (tab. 1, 3). Zawartość sodu najczęściej utrzymywała się w granicach 0,07–0,12 g · kg⁻¹ s.m. gleby; zwiększoną jego zawartość wykazano tylko w glebach płowych. Na tym tle ogólna zawartość makroskładników, stwierdzana przez Chylareckiego i in. (1997) w czarnych ziemiach istniejącego arboretum, była znacznie wyższa.

Nagromadzenie się przyswajalnego potasu i niekiedy fosforu w całej miąższości profilu gleb deluwialnych, zwłaszcza w obrębie zagłębień stokowych, bądź podnóży bezodpływowych (tab. 3, 4, odkrywka II, IV), a także w osadach małych zbiorników wodnych, może być wynikiem nasilonych zmywów erozyjnych przy technizacji zabiegów uprawowych, a zwłaszcza przy wysokim nawożeniu mineralnym stosowanym w latach 1970–1980 w państwowych gospodarstwach rolnych Pomorza Zachodniego. W tym okresie w okolicach Pырzyc, zdaniem Borowca i in. (1978), nawożenie mineralne w PGR-ach dochodziło nawet do 750 kg · ha⁻¹ NPK rocznie. Na możliwości migracji, w wyniku zjawisk erozyjnych, składników mineralnych (w tym K, Mg, P) z obszaru zlewni gleb uprawnych do małych zbiorników wodnych, nazywanych oczkami wodnymi, i gromadzeniu się ich w osadach dennych, zwłaszcza oczek pierwotnych mineralno-organicznycy, zwraca uwagę Podlasińska (2012). Autorka na podstawie bogatego materiału badawczego podkreśla, że oczka leżące w zlewiskach użytkowanych rolniczo na ogół są wzbogacane we wszystkie makroskładniki. Jednakże kwaśny odczyn gleb obszaru zlewni może wpływać na zmniejszenie zawartości wapnia w osadach oczek. Wapń i magnez mogą być wymywane do wód w dużych ilościach. Zagadnienie to jest istotne, bowiem na badanym obiekcie w pobliżu odkrywki I, reprezentującej gleby deluwialne, występuje zarośnięte mokradło, które mogło gromadzić zarówno zmywany materiał glebowy, jak i dopływające składniki rozpuszczalne w wodzie opadowej.

Uzyskany w badaniach (tab. 5 i 6) poziom mikroelementów Zn, Cu, Mn, Fe rozpuszczalnych w HCl o stężeniu 1 mol · dm⁻³ w świetle liczb granicznych, wypracowanych przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach (IUNG 1990), świadczy o średniej ich zawartości, zabezpieczającej potrzeby roślin. Niskie wartości miedzi stwierdzono jedynie w piaszczystych glebach deluwialnych i arenosolach. Zawartość tej formy ołowiu w poziomie uprawnym utrzymywała się średnio poniżej 9,5 mg · kg⁻¹ gleby, zmniejszając się wraz z głębokością. Natomiast ogólna zawartość pierwiastków śladowych Cd, Pb, Zn, Cu, Mn, Fe w badanych glebach jest niewielka, typowa dla gleb uprawnych, niezanieczyszczonych metalami ciężkimi. Stwierdzona ich zawartość, według Rozporządzenia Ministra Środowiska (2002), nie przekraczała wartości dopuszczalnych określonych dla grupy A, czyli dla obszarów poddanych ochronie. Zawartość naturalną metali ciężkich w badanych glebach potwierdzają także wartości graniczne proponowane przez Kabatę-Pendias i in. (1993). Podkreślić jednak należy znaczny udział form metali ciężkich, z wyjątkiem Fe, rozpuszczalnych w HCl o stężeniu 1 mol · dm⁻³ w ogólnej zawartości tych składników. Stan ten szczególnie wyraźnie zaznacza się w poziomie uprawnym (Ap) badanych gleb (tab. 7).

Tabela 5. Zawartość mikrośladowców rozpuszczalnych w HCl o stężeniu 1 mol · dm⁻³ oraz rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów HNO₃ + HClO₄ w porolnych glebach lekkich, przeznaczonych pod powiększenie Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach (mg · kg⁻¹ s.m. gleby)

Table 5. Content of microelements soluble in 1M HCl and soluble in a mixture of concentrated HNO₃ + HClO₄ acids of former agricultural soils V bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice (mg · kg⁻¹ d.m. of soils)

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizon Depth (cm)	Mikrośladowcy rozpuszczalne w HCl o stężeniu 1 mol · dm ⁻³ Microelements soluble in HCl of the concentration of 1 mol · dm ⁻³					Mikrośladowcy rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów HNO ₃ + HClO ₄ Microelements soluble in concentrated acids HNO ₃ + HClO ₄					
		Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe	Pb
		Obniżenie terenu Gleby deluwialne czarnoziemne I Slight depression Chernozems deluvial soils I	Ap 0-35	9,5 5,8-13,9	28,0 11,7-57,5	4,2 3,1-4,7	201,4 152,2-254,3	2986 1092-3988	0,16 0,08-0,23	38,1 33,4-43,1	6,9 5,9-7,7	391,8 312,5-451,1
Obniżenie terenu Gleby deluwialne II Slight depression Deluvial soils II	Ap 0-36	7,0 6,4-8,0	14,4 10,4-22,5	2,1 1,5-2,7	74,1 39,2-149,8	940 640-1567	0,17 0,07-0,28	26,2 23,1-30,3	4,1 3,6-4,9	177,1 85,9-374,3	5761 4800-7897	16,3 9,8-35,4
	AC 36-80	2,2	9,6	1,7	158,5	929	0,29	21,3	2,9	285,0	4265	6,9
	Cg 80-150	1,9	10,6	2,9	276,4	658	0,31	19,3	4,0	350,6	4746	5,5
Niewielkie wzniesienie terenu Arenosole III Slight elevation Arenosols III	Ap 0-34	5,8 5,0-6,9	13,8 10,3-18,7	2,5 2,0-3,3	108,5 62,6-136,5	750 628-830	0,20 0,12-0,36	36,4 30,7-41,1	5,8 4,8-7,6	200,9 125,6-251,6	6732 4812-8452	12,2 8,7-18,5
	C1 34-51	1,1	7,7	0,6	54,4	256	0,13	12,1	2,2	88,2	4558	5,8
	C2 51-66	0,9	4,6	0,3	23,8	138	0,18	8,2	1,6	55,3	3013	4,6
	C3 56-74	1,3	6,4	0,4	35,9	177	0,20	12,0	1,4	69,5	3085	5,2
	C4 74-150	1,5	8,4	0,9	20,4	137	0,28	11,5	2,0	58,9	4543	5,2

Tabela 6. Zawartość makroskładników rozpuszczalnych w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz rozpuszczalnych w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ w porolnych glebach średnich, przeznaczonych pod powiększenie Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m. gleby)

Table 6. Content of microelements soluble in 1M HCl and soluble in a mixture of concentrated $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ acids of former agricultural soils III–IV bonitation class for the extension of arboretum collection Przelewice ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ d.m. of soils)

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego Głębokość Soil horizon Depth (cm)	Mikroskładniki rozpuszczalne w HCl o stężeniu $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ Microelements soluble in HCl of the concentration of $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$					Mikroskładniki rozpuszczalne w mieszaninie stężonych kwasów $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ Microelements soluble in concentrated acids $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$					
		Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	Cd	Zn	Cu	Mn	Fe	Pb
Niewielkie zagłębienie Gleby deluwialne, czarnoziemie IV Slight concavity Slight depression Chernozems deluvial soils IV	Ap 0–32	9,2 7,5–13,2	20,5 13,3–40,4	3,9 3,4–4,9	167,2 135,0–233,4	879 767–992	0,21 0,14–0,32	46,8 41,7–52,5	9,0 8,5–9,6	409,2 373,3–452,5	10702 10235–11120	14,4 13,6–15,1
	A2 32–75	4,1	9,4	4,1	86,4	731	0,23	46,5	9,5	478,6	11140	11,3
A3 75–120	3,3	11,6	3,5	80,1	994	0,23	31,7	7,9	475,2	11195	10,5	
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wyługowane V Slight elevation Black earths leached V	Ap 0–30	8,5 7,8–9,9	22,9 16,5–29,0	5,6 5,4–5,8	201,8 199,4–204,0	1120 1026–1197	0,20 0,13–0,27	58,2 50,1–65,9	11,5 11,1–12,2	569,2 555,3–577,8	12387 12055–12755	15,1 14,2–17,3
	A2 30–52	4,6	15,3	9,3	131,9	1204	0,16	49,6	13,0	652,9	12335	10,5
C 52–100	3,8	15,8	2,2	51,3	1124	0,10	41,2	10,1	225,4	18765	10,5	
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wyługowane VI Slight elevation Black earths leached VI	Ap 0–32	8,8 7,8–11,2	16,9 15,7–18,8	5,4 4,5–6,5	189,4 174,7–216,4	1058 965–1135	0,28 0,24–0,34	59,9 48,2–74,5	10,4 9,8–11,0	537,0 474,8–588,1	11455 10275–12255	13,9 13,0–14,7
	A2 32–55	4,5	22,5	6,0	129,5	1113	0,21	49,2	11,6	644,0	11240	9,5
C 55–120	5,7	25,9	2,6	56,3	979	0,08	34,2	7,1	214,6	12965	8,8	
Teren równinny Gleby płowe typowe VII Flat area Soils lessives typical VII	A 0–27	7,81	14,9	3,0	102,4	687,3	0,10	25,6	7,8	251,1	7995	16,3
	P	7,4–8,3	14,1–15,6	2,3–3,6	98,4–108,0	601–755	0,08–0,11	25,0–26,1	7,3–8,4	246,0–259,1	7902–8080	15,2–17,0
	Eet 27–45	3,58	6,9	2,4	45,9	489,0	0,13	20,3	7,5	278,9	8454	12,8
	Bt 45–90	5,78	11,8	2,2	31,2	1040,0	0,10	32,3	12,4	180,9	16285	17,7
C 90–150	4,04	7,4	1,1	34,5	849,3	0,10	27,1	10,6	163,6	12810	13,6	

Tabela 7. Udział mikroskładników przyswajalnych w ogólnej zawartości (%)
 Table 7. Participation of available microelements in the total content (%)

Położenie odkrywki, typ gleby, nr profilu glebowego Locality, soil type, profile No	Symbol poziomu glebowego, głębokość Soil horizon Depth (cm)	Pb	Zn	Cu	Mn	Fe	
Obniżenie terenu Gleby deluwialne czarnoziemne I	Ap	0–35	69,8	73,5	60,9	51,4	26,3
	A2g	35–70	37,9	35,7	57,6	42,7	21,0
Obniżenie terenu Gleby deluwialne II	Ap	0–36	42,9	55,0	51,2	41,8	16,3
	AC	36–80	31,9	45,1	58,6	55,6	21,8
	Cg	80–150	34,5	54,9	72,5	78,8	13,9
Niewielkie wzniesienie terenu Arenosole III	Ap	0–34	45,7	37,9	43,1	54,0	11,1
	C1	34–51	19,0	63,6	27,2	61,7	5,6
	C2	51–66	19,6	56,1	18,7	43,0	4,6
	C3	56–74	25,0	53,3	28,6	51,6	5,7
Niewielkie zagłębienie Gleby deluwialne, czarnoziemie IV	Ap	0–32	63,9	43,8	43,3	40,9	8,2
	A2	32–75	36,3	20,2	43,1	18,0	6,6
	A3	75–120	31,4	36,6	44,3	16,9	8,9
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane V	Ap	0–30	56,3	39,3	48,7	35,4	9,4
	A2	30–52	43,8	30,8	75,5	20,2	9,8
	C	52–100	36,2	38,3	21,8	22,7	6,0
Niewielkie wzniesienie Czarne ziemie wylugowane VI	Ap	0–32	63,3	28,2	51,9	35,3	9,2
	A2	32–55	47,5	45,7	51,7	20,1	9,9
	C	55–100	64,8	75,7	36,6	26,2	7,5
Teren równinny Gleby płowe typowe VII	Ap	0–27	47,9	58,2	30,5	40,8	8,6
	Eet	27–45	28,0	34,0	32,0	16,5	5,8
	Bt	45–90	32,6	36,5	17,7	17,2	6,4
	C	90–150	29,7	27,3	10,4	21,1	6,6

Z uzyskanych danych (tab. 1–7) wynika, że obszar gleb porolnych intensywnie użytkowanych, przeznaczony pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach, charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem właściwości sorpcyjnych oraz zawartości składników chemicznych. W celu powiązania tak zróżnicowanych gleb z diagnostyką (oceną) siedliska pod nasadzenia leśne Brożek (2001) wprowadził jednolity, liczbowy wskaźnik trofizmu gleby (ITGL). Pozwala on jedną liczbą wyrazić sumę informacji o właściwościach gleby w całym profilu. Na podstawie ITGL, Brożek i Zwydak (2003) proponują podział gleb leśnych na następujące odmiany troficzne: gleby dystroficzne – ITGL do 10,0; gleby oligotroficzne – ITGL 10,1–16,0; gleby mezotroficzne – ITGL od 16,1–26; gleby eutroficzne – ITGL 26,1 do 36,0; gleby hipertroficzne – ITGL ponad 36,0. Gleby występujące w obszarze przeznaczonym pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach charakteryzują się przedziałem wskaźnika ITGL od 33,9 do 44,8. Tak wysokie wartości wskaźnika wynikają przede wszystkim ze znacznej zawartości frakcji pyłu, najczęściej korzystnego odczynu gleb oraz wysoko ocenianej w algorytmie zawartości w nich kationów zasadowych. Zdaniem Czerepko (2006), najważniejszymi właściwościami fizykochemicznymi gleb, z punktu widzenia modelu związku roślinność–siedlisko, były m.in.: stopień wysycenia zasadami, odczyn gleby i stosunek C : N. Opinię tę potwierdzają Pająk i in. (2011), którzy badali wzrost sosny zwyczajnej porastającej zwałowiska KWB „Bełchatów”, wskazując jednakże na jeszcze jeden ważny czynnik w kształtowaniu wskaźnika ITGL – zawartość frakcji pyłu w substracie glebowym. Badane czarne ziemie (ITGL – 44,8) oraz gleby płowe (ITGL – 43,3) należą do odmian hipertroficznych, zaś gleby deluwialne (ITGL od 33,9 do 40,2) do eutroficznych i hipertroficznych. Na podstawie ITGL Brożek i Zwydak (2003) opisane w Atlasie gleb leśnych Polski czarne ziemie oraz gleby deluwialne zaliczają do eutroficznych i hipertroficznych. Trawczyńska i Tołoczko (2007), oceniając żyzność siedlisk leśnych w gminie Ujazd, także wskazują na korzystny układ cech fizykochemicznych gleb płowych.

WNIOSKI

1. Wydzielone na terenie porolnym, przeznaczonym pod powiększenie kolekcji Ogrodu Dendrologicznego w Przelewicach, jednostki typologiczne gleb, mimo dość stabilnej w ich poziomie orno-próchnicznym zawartości frakcji ilastej (<0,002 mm) różniły się zawartością węgla organicznego, odczynem, pojemnością sorpcyjną i stopniem wysycenia gleb kationami zasadowymi. Najmniejsze wartości V w granicach 58,1% stwierdzono tylko w glebach płowych i deluwialnych przy wartościach kwasowości wymiennej całkowitej od 1,9 do 3,9 cmol(+) · kg⁻¹.

2. Zasobność badanych gleb w przyswajalny dla roślin potas i fosfor była zróżnicowana – od niskiej do bardzo wysokiej. Najbardziej korzystnie przedstawiała się zawartość przyswajalnego magnezu, która z wyjątkiem gleb płowych i głębszych poziomów arenosoli, utrzymywała się w granicach zasobności średniej, a w poziomie Ap niekiedy zasobności wysokiej.

3. Badane gleby w świetle przepisów prawnych i zaleceń nie wykazywały zanieczyszczenia metalami ciężkimi.

4. Ze względu na wysoką wartość wskaźnika trofizmu ITGL (od 33,9 do 44,8) badane gleby należą do eutroficznych i hipertroficznych.

5. Dla właściwego zagospodarowania, zgodnie z wymienionym przeznaczeniem, gleb o zróżnicowanych właściwościach chemicznych wskazane byłoby dodatkowe wykonanie opracowań kartograficznych w postaci szczegółowych map, zwłaszcza zawartości węgla organicznego i kształtowania się odczynu.

PIŚMIENNICTWO

- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojska U., Prusinkiewicz Z.** 2004. Badania ekologiczno-gleboznawcze. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa. ISBN-83-01-14216-2
- Bielińska E.J., Mocek A.** 2010. Właściwości sorpcyjne i aktywność enzymatyczna gleb parków miejskich na terenach o zróżnicowanym wpływie antropopresji. *J. Res. Apl. Agric. Eng.* 55 (3), 20–23.
- Bieniek B.** 1997. Właściwości i rozwój gleb deluwialnych Pojezierza Mazurskiego. *Acta Acad. Agrizult. Tech. Olst. Agricultural* 64, Suppl. B, 1–80.
- Bieniek B.** 2001. Właściwości sorpcyjne erodowanych gleb gliniastych w krajobrazie moreny pagórkowatej. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 217, Agric. (87), 9–14.
- Bogda A., Chodak T., Niedźwiecki E.** 1990. Niektóre właściwości i skład mineralogiczny gleb Równiny Gumienieckiej. *Rocz. Glebozn.* 41 (3/4), 179–191.
- Borowiec S., Skrzypczyński T., Kucharska T.** 1978. Migracja składników mineralnych z gleb Niziny Szczecińskiej. *Szczec. Tow. Nauk. Wydz. Nauk Przyr.-Rol.* 1, 3–68.
- Brożek S.** 2001. Indeks trofizmu gleb leśnych. *Acta Agrar. Silvestria Ser. Silvestris* 39, 15–33.
- Brożek S., Zwydak M.** 2003. Atlas gleb leśnych Polski. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 467.
- Chodak T.** 2004. Oddziaływanie fosforu na proces eluwialny w glebach ornym. *Pr. Nauk. AE Wroc.* 1017, 11–24.
- Chylarecki H., Chudecki Z., Koćmit A., Niedźwiecki E., Świłło Ł.** 1997. Arboretum przelewickie egzotyczny ogród na Ziemi Pyrzyckiej (red.) Chylarecki H. Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków, Gdańsk, 230.
- Czerepko J.** 2006. Analiza związków między roślinności a cechami edaficznymi siedliska za pomocą modeli porządkowania. *Leś. Pr. Bad.* 3, 7–31.
- Gembarzewski H., Kamińska W., Korzeniowska J.** 1987. Zastosowanie 1 M roztworu HCl, jako wspólnego ekstrahenta do oceny zasobności gleby w przyswajalne formy mikroelementów. *PTG – Pr. Kom. Nauk.* nr 99, Warszawa, 1–8.
- Greinert A.** 2009. Poprawa Właściwości sorpcyjnych gleb jako warunek utrzymania w dobrym stanie terenów zieleni miejskiej *Rocz. Glebozn.* 60 (3), 75–83.
- IUNG.** 1990. Zalecenia nawozowe. Cz. I. Liczby graniczne do wyceny zawartości w glebach makro i mikroelementów. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa. Wyd. II, seria P (44), Puławy, 26
- Jaworska H., Kobierski M., Dąbkowska-Naskręt H.** 2008. Kationowa pojemność wymienna i zawartość kationów wymiennych w glebach płowych o zróżnicowanym uziarnieniu. *Rocz. Glebozn.* 59 (1), 84 – 89.
- Kabata-Pendias A., Motowicka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T.** 1993. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. *Ramowe wytyczne dla rolnictwa.* P (53). Puławy, 20.
- Kalembasa D., Pakuła K., Jaremko D.** 2011. Sorpcyjne właściwości gleb Wysoczyzny Siedleckiej. *Acta Agrophys.* 18 (2), 311–319.
- Kobierski M., Dąbkowska-Naskręt H., Jaworska H.** 2005. Właściwości sorpcyjne i skład kationów wymiennych intensywnie użytkowanych rolniczo gleb w regionie Równiny Inowrocławskiej *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 507, 285–294 .

- Koćmit A.** 1998. Charakterystyka zmian w morfologii i właściwościach gleb uprawnych spowodowanych erozją wodną w obszarach młodoglacjalnych Pomorza. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. 460, 531–557.
- Komisarek J.** 2000. Kształtowanie się właściwości gleb płowych i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. Roczniki AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk. 307, 143.
- Krasowicz S., Oleszek W., Horabik J., Dębicki R., Jankowiak J., Stuczyński T., Jadczyzyn J.** 2011. Racjonalne gospodarowanie środowiskiem glebowym Polski. Pol. J. Agron. 7, 43–58.
- Lityński T., Jurkowska H.** 1982. Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN Warszawa, 643.
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P.** 1997. Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. AR Poznań, 416.
- Musierowicz H.** 1947. Adsorbcyjne właściwości gleb. Ministerstwo Rolnictwa i Reform Rolnych, Departament Oświaty Rolniczej, Warszawa, 36.
- Pająk M., Pietrzykowski M., Krzaklewski W., Ochał W.** 2011. Wpływ właściwości inicjalnych gleb na wzrost sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na zrehabilitowanych powierzchniach zwałowisk KWB "Bełchatów" Inż. Ekol. nr 27, 2011, 144–152.
- Podlasińska J.** 2012. Zróżnicowanie i chemizm osadów małych zbiorników wodnych w krajobrazie młodo glacialnym. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie. Szczecin, 112.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska,** 2002. W sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU z dnia 9 września, nr 165 poz. 1359.
- Siebielec G., Śmreczak B., Klimkowicz-Pawlas A., Malinowska-Kordybach B., Terelak H., Koza P., Hryńczuk B., Łysiak M., Miturski T., Gałązka R., Suszek B.** 2012. Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010–2012. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, 202.
- Terlikowski F.K.** 1958. Prace wybrane z dziedziny gleboznawstwa, chemii rolnej i nawożenia. PWRiL Warszawa, 565.
- Tomaszewski J.** 1964. Nauka o glebie. PWRiL, Warszawa, 307.
- Trawczyńska A., Tołoczko W.** 2007. Żyzność siedlisk leśnych w gminie Ujazd. Ochr. Śr. Zasobów Nat. 31, 46–51.

