

GRZEGORZ JARNUSZEWSKI, EDWARD MELLER*

**WŁAŚCIWOŚCI PŁYTKICH GLEB POBAGIENNYCH
NA KREDZIE JEZIORNEJ ORAZ OCENA SKŁADU
CHEMICZNEGO WÓD GRUNTOWYCH**

Streszczenie

Płytke gleby pobagiennie na kredzie jeziornej charakteryzują się specyficzną budową związaną z ich dwuetapową genezą. Postępujący proces murszenia wpływa na właściwości fizykochemiczne i chemiczne poziomu powierzchniowego gleb organogenicznych. Znaczenie ma także rodzaj materiału, na którym gleby te powstały. Istotnym czynnikiem jest także sposób ich użytkowania oraz uwilgotnienie. Skład chemiczny wód gruntowo-glebowych jest zróżnicowany i często związany ze sposobem rolniczego użytkowania terenów zlewni. Wody gruntowo-glebowe na terenie zlewni użytkowanych rolniczo charakteryzują się różnym stanem zanieczyszczenia pod względem zawartości azotu i jego form oraz makro- i mikroelementów.

Słowa kluczowe: gleby pobagiennie, kreda jeziorna, wody gruntowo-glebowe, właściwości chemiczne gleb

WSTĘP

Gleby pobagiennie na kredzie jeziornej są charakterystyczne dla północnych obszarów Polski. Na powstałych głównie w holocenie osadach węglanowych w warunkach nadmiernego uwilgotnienia akumulowała się masa organiczna. Po odwodnieniu torfowisk niskich w wyniku działań antropogenicznych czy też naturalnych doszło do wykształcenia ekosystemów pobagiennych. Na zmeliorowanych i niewłaściwie nawadnianych terenach pobagiennych zachodzą zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby. Zachodzi intensywna mineralizacja materii organicznej, degradacji gleb i grądowienia siedlisk [Kiryluk 2009]. Płytke gleby organogeniczne ze względu na genezę i bliskie występowanie w sąsiedztwie zbiorników wodnych pozostają w ścisłym związku z wodami gruntowo-glebowymi.

* Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Kształowania Środowiska i Rolnictwa, Zakład Gleboznawstwa

Celem pracy było określenie właściwości fizykochemicznych i chemicznych badanych gleb pobagiennych wytworzonych na kredzie jeziornej oraz jakości wód gruntowo-glebowych.

PRZEDSTAWIENIE OBIEKTU BADAŃ

Teren, na którym wykonano odkrywki glebowe znajduje się w pobliżu połodowego jeziora Miedwie położonego w północno-zachodniej części Polski. Jest to obszar płaski lub falisty, występują tu gleby murszowe i murszaste na kredzie jeziornej użytkowane jako przez pola uprawne oraz łąki i pastwiska. Gleby doliny Jeziora Miedwie podlegały procesom bagiennym od okresu sub-borealnego do średniowiecza kiedy zaczęto stosować zabiegi hydrotechniczne. W XIX w. zaczęto regulować dolny odcinek rzeki Płoni zasilający omawiany akwen co spowodowało obniżenie poziomu wody i ostateczne ukształtowanie jezior w dorzeczu Płoni [Krzywonos 1993].

METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono wiosną 2011 roku, na terenach użytkowanych kośnie. Na trzech obiektach badawczych oznaczonych numerami 1, 2, 3, zostały wykonane odkrywki glebowe, a w ich pobliżu wiercenia w celu pobrania wód gruntowych. Łącznie pobrano 15 próbek glebowych z każdego poziomu genetycznego wykonanych odkrywek glebowych oraz 3 próbki wód gruntowych do analiz laboratoryjnych. W toku badań laboratoryjnych pobrane próbki glebowe poddano badaniom pod kątem strat przy wyżarzaniu, przez spalenia materiału glebowego w piecu muflowym w temperaturze 550°C, zawartości węgla organicznego metodą Alena w próbkach pobranych z poziomu murszowego i metodą Tiurina w próbkach z poziomu gytowego. Ponadto określono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla, odczyn gleby (pH w H₂O i KCl) metodą potencjometryczną, zawartość węglanu wapnia metodą Scheiblera. Zawartość ogólnych form makro- i mikroelementów P, K, Mg, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, Ni, Co po wcześniejszej mineralizacji w mieszaninie kwasów HNO₃ + HClO₄ oznaczono przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej, przy czym fosfor oznaczono kolorymetrycznie. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono: popielność, zawartość mineralnych składników niewęglanowych, stosunek C:N. W pobranych próbkach wód gruntowych oznaczono odczyn metodą potencjometryczną, zawartość makro- i mikroskładników K, Mg, Ca, Na, Cu, Zn, Mn, Ni, Fe, Cd, Pb przy użyciu spektrofotometru absorpcji atomowej, a P oznaczono kolorymetrycznie. W badanych wodach oznaczono także metodą

destylacyjną azot ogólny oraz formy amonową i $\text{N-NO}_3 + \text{N-NO}_2$ przy użyciu automatycznego aparatu do destylacji.

WYNIKI I DISKUSJA

W toku przeprowadzonych badań wyróżniono gleby należące do dwóch rzędów, dwóch typów i dwóch podtypów gleb zgodnie z Systematyką Gleb Polski 2011. Odkrywka 1 reprezentuje rząd gleb glejoziemnych, typ gleb glejowych, podtyp murszowo glejowych. Odkrywki 2 i 3 reprezentują rząd gleb czarnoziemnych, typ gleb murszastych, podtyp murszowatych. Badane gleby mają charakterystyczną dwudzielną budowę związaną z dwuetapową genezą, podobne gleby dla tego obszaru opisali Niedźwiecki i Łyduch [1992], Krzywonos [1993] i Meller [2006]. Pod warstwą utworów organicznych lub organiczno-mineralnych występują osady węglanowe.

Właściwości chemiczne badanych gleb przedstawia tab. 1. Poziom powierzchniowy gleb tworzą: mursz zawierający 43,74% materii organicznej oraz utwory murszowate zawierające 19,23 i 16,78% materii organicznej. Poziomy powierzchniowe zawierają znaczne ilości CaCO_3 , od 33,6% w murszu do 64,4% w utworze murszowatym. Utwory organiczne i organiczno-mineralne są podścielone osadami węglanowymi głównie kredą jeziorną. Pod złożem gytii węglanowych występują całkowicie oglejone utwory mineralne.

Ze względu na znaczną zawartość węglanu wapnia badane gleby wykazują odczyn zasadowy w całym profilu (tab. 1). Największą zawartością węgla organicznego ($220,1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz azotu ogólnego ($17,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) charakteryzuje się mursz. Utwór murszowaty natomiast zawiera od 76,7 do $88,4 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ węgla organicznego oraz od $7,56$ do $8,39 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ azotu ogólnego. Mursz charakteryzuje się wyższym ilorazem C/N (12,4) niż utwory murszowate (10,1 i 10,5). Są to wartości zbliżone do uzyskanych przez Mellerę (2006) dla gleb obszaru Miedwia użytkowanych płużnie i łąkowo. Zawartość makro- i mikroelementów w badanych glebach była zróżnicowana (tab. 2). Makroelementy pod względem zawartości w poziomach powierzchniowych można uporządkować w następujący szereg malejący $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{K} > \text{Na}$. Koncentracja Ca ogólnego była znaczna i wynosiła od $192,5 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w murszach do $404,8 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w poziomie powierzchniowym gleb murszowatych. Zawartość ogólnego P w poziomach powierzchniowych badanych gleb jest niska i wynosi od $0,95 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w utworach murszowatych do $1,23 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ w murszach. Ilość ogólnego K w badanych glebach jest niewielka i waha się w poziomach powierzchniowych od $0,35 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $0,49 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zawartość ogólnego Mg w badanych poziomach powierzchniowych gleb wynosiła $3,98$ - $6,65 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$, a Na ogólnego $0,28$ - $0,44 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 2). Osady węglanowe zawierały więcej ogólnego Ca i Mg oraz mniej P i Na niż

poziomy powierzchniowe. Najwięcej ogólnego K stwierdzono w poziomach mineralnych położonych pod osadami węglanowymi.

Tab. 1. Niektóre właściwości chemiczne badanych gleb

Tab. 1. Some chemical properties of examined soils

Nr odkrywki	Głębokość (cm)	Symbol poziomu	Straty na żarzeniu (%)	CaCO ₃	Mfn	pH		C org.	N	C:N
						H ₂ O	KCl			
1	0-34	Mk	43,74	33,6	22,66	7,37	7,29	220,1	17,8	12,4
	34-66	Lm1	2,38	87,6	10,02	7,87	7,78	4,95	1,66	3,0
	66-126	Lm2	2,17	86,9	10,93	7,74	7,56	3,53	1,34	2,6
	126-140	2Gk1	1,98	9,9	88,12	7,58	7,44	2,46	1,22	2,0
	>140	2Gk2	0,64	3,7	95,66	7,32	7,23	1,62	0,98	1,7
2	0-27	Auk	19,23	59,4	21,37	7,72	7,58	88,4	8,39	10,5
	27-48	Lm1	3,46	96,2	0,34	8,08	8,04	5,33	1,55	3,4
	48-66	Lm2	2,24	90,0	7,76	8,07	8,04	4,47	1,49	3,0
	66-89	Lm3	0,96	95,7	3,34	8,03	8,01	2,19	1,11	2,0
	89-123	Lm4	0,89	84,5	14,61	7,99	7,91	1,92	1,09	1,8
	>123	Lm5	0,74	94,3	4,96	7,87	7,76	1,77	0,89	2,0
3	0-29	Auk	16,78	64,4	18,82	7,91	7,85	76,7	7,56	10,1
	29-36	Lm1	1,76	95,2	3,04	8,33	8,27	4,73	1,75	2,7
	36-48	Lm2	1,34	97,9	0,76	8,27	8,23	2,35	1,34	1,8
	48-75	Lm3	0,99	47,7	51,31	8,14	7,97	1,68	1,12	1,5
	75-132	Lm4	0,75	93,8	5,45	8,03	7,94	1,24	0,89	1,4
	> 132	2Gk	0,63	1,2	98,17	7,68	7,51	0,97	0,64	1,5

Mfn – mineralne frakcje nie węglanowe

Badane gleby charakteryzują się wysoką zawartością ogólnego Ca co odróżnia je od gleb murszowych wytworzonych z gytii detrytusowej [Gotkiewicz i in. 2006]. Wyróżniają się także bardzo niską zawartością ogólnego K i P podobnie jak gleby pobagiennie opisane przez Niedźwieckiego i Łyducha [1992].

Pod względem zawartości mikroelementów można stwierdzić niską zawartość ogólnego Zn i Cu (tab. 2) w poziomach powierzchniowych. Zawartość mikroelementów w badanych osadach wapiennych oprócz ogólnego manganu była wyraźnie niższa w porównaniu z poziomem powierzchniowym (tab. 2). Zawartość mikroelementów pod względem ich zawartości w poziomie powierzchniowym badanych można uszeregować w następujący sposób: Fe > Mn > Zn > Pb > Ni > Cu > Cd. Badane gleby wykazywały naturalną zawartość Pb, Zn, Cu, Ni i Cd [Kabata-Pendias i in. 1995]. Nie stwierdzono także przekroczenia dopusz-

czalnych norm zawartości Zn, Cd, Cu, Ni i Pb w glebie określonych w Rozporządzeniu...2002.

Tab. 2. Zawartość ogólnych form makro- i mikroelementów w badanych glebach
Tab. 2. Content of total macro- and microelement in examined soils

Nr odkrywki	Głębokość (cm)	(g·kg ⁻¹)					(mg·kg ⁻¹)						
		P	K	Mg	Ca	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni
1	0-34	1,23	0,49	4,35	192,5	0,44	11658	297,7	21,22	5,87	18,74	0,38	7,13
	34-66	0,16	0,33	7,08	423,4	0,31	2599	325,5	3,45	1,12	0,46	0,03	1,23
	66-126	0,15	0,32	6,87	415,6	0,29	2584	344,2	3,33	0,78	0,30	0,02	1,09
	126-140	0,39	5,15	6,46	65,6	0,21	16324	167,1	22,13	4,58	6,72	0,01	4,31
	>140	0,22	1,53	4,40	46,1	0,13	8077	115,6	16,78	3,07	7,56	0,01	5,33
2	0-27	0,95	0,35	6,65	397,3	0,28	9879	368,4	16,84	3,95	12,40	0,29	3,87
	27-48	0,22	0,08	8,43	465,2	0,23	2833	447,8	0,83	0,12	1,13	0,09	1,90
	48-66	0,24	0,04	7,80	432,7	0,18	2438	411,2	2,56	0,09	0,85	0,07	1,63
	66-89	0,23	0,18	5,03	474,2	0,16	2269	327,1	6,78	0,34	2,24	0,06	1,34
	89-123	0,16	0,77	5,15	412,2	0,15	3746	338,3	8,12	1,09	2,50	0,05	0,97
>123	0,19	0,47	5,07	437,5	0,16	2687	356,4	4,34	1,45	0,874	0,04	0,85	
3	0-29	1,06	0,43	3,98	404,8	0,32	7801	406,9	14,78	5,67	11,87	0,38	4,83
	29-36	0,13	0,11	6,06	471,3	0,27	2306	270,1	3,26	0,94	1,03	0,09	1,98
	36-48	0,12	0,09	5,96	465,2	0,23	3304	262,3	3,08	0,64	0,86	0,06	1,53
	48-75	0,19	1,43	4,24	301,2	0,19	2368	475,8	7,89	0,40	0,77	0,04	0,87
	75-132	0,14	0,44	4,53	467,0	0,16	3446	463,5	3,85	1,24	0,68	0,02	0,21
> 132	0,11	1,45	2,35	21,2	0,06	7562	79,9	16,07	2,73	2,34	1,11	4,89	

Badane wody gruntowo-glebowe charakteryzowały się odczynem zasadowym i zróżnicowaną zawartością N-NH₄, N-NO₃ + N-NO₂ oraz N ogólnego (tab. 3). Zawartość azotu N-NH₄ w badanych wodach gruntowo-glebowych wahała się od 0,70 do 3,55 mg·dm⁻³ i był to szerszy zakres niż w przypadku różnie użytkowanych łąk na glebach torfowo-murszowych opisanych przez Kiryluka [2003]. Uzyskane wyniki zawartości azotu N-NH₄ w badanych wodach były niższe niż uzyskane wiosną przez Raube [2009] dla wód gruntowo-glebowych w obrębie występowania gleb organicznych. Zawartość azotu N-NO₃ + N-NO₂ w badanych wodach gruntowo-glebowych wahała się od 0,20 do 0,85 mg·dm⁻³. Otrzymane wyniki były wyraźnie niższe niż zawartość azotu N-NO₃ w wodach gruntowo-glebowych dla różnie użytkowanych łąk [Kiryluk 2003]. Jak twierdzi Rauba [2009] największą zawartością azotu N-NH₄ i N-NO₃ charakteryzują się wody gruntowe z obszarów występowania gleb organicznych, gdzie zachodzi proces murszenia i mineralizacji podczas, którego uwalniany jest azot. Dodatkowo stężenie azotu N-NH₄ i N-NO₃ ulega sezonowym wahaniom, uzależnionym także od fazy wzrostu roślin co potwierdza także [Kiryluk 2003]. Zawartość azotu ogólnego w badanych wodach gruntowo-glebowych wahała się od 0,95 do 4,60 mg·dm⁻³. Pod względem zawartości azo-

tu N-NH₄ badane wody gruntowo-glebowe z obiektu 1 i 2 można zaliczyć do II klasy czystości, a z obiektu 3 do V klasy czystości zgodnie z Rozporządzeniem... 2008.

Tab. 3. Niektóre właściwości chemiczne badanych wód gruntowo-glebowych
Tab. 3. Some chemical properties of examined ground-soil waters

Numer stanowiska	pH	N-NH ₄	N-NO ₃ + N-NO ₂	N ogólny
		[mg·dm ⁻³]		
1	7,6	0,95	0,55	3,4
2	7,56	0,7	0,2	0,95
3	7,75	3,55	0,85	4,6

Tab. 4. Zawartość ogólnych form makro- i mikroelementów w badanych wodach gruntowo-glebowych.

Tab. 4. Content of total macro- and microelements in examined ground-soil waters

Numer stanowiska	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Cd	Pb
	[mg·dm ⁻³]											
1	54,55	15,72	19,03	53,76	0,042	0,346	0,019	0,024	0,033	0,097	0,011	n. o.
2	64,42	16,41	1,02	33,44	0,025	0,308	0,033	0,024	0,029	0,109	0,018	n. o.
3	134,1	65,48	24,45	132,36	0,075	0,372	0,02	0,023	0,013	0,11	0,015	n. o.

Natomiast zawartość azotu N-NO₃ + N-NO₂ nie przekroczyła zawartości azotu N-NO₃ dla wód podziemnych bardzo dobrej jakości. Pod względem zawartości makropierwiastków w badanych wodach gruntowo-glebowych można uszeregować je w następujący sposób: Ca > Mg > Na > K (tab. 4). W badanych wodach spośród mikropierwiastków stwierdzono największe ilości Mn i Fe, koncentracja pozostałych metali ciężkich kształtowała się różnie (tab. 4). Otrzymane wyniki zawartości makro i mikropierwiastków w badanych wodach gruntowo-glebowych porównano z wartościami granicznymi dla wód gruntowych określonymi w Rozporządzeniu... [2008]. Badane wody pod względem zawartości Zn charakteryzowały się bardzo dobrą jakością. Zawartość Ca, Mg, Na, Fe, Mn i Cu pozwala zakwalifikować je do wód dobrej jakości, a ilość K i Co odpowiada zawartości tych pierwiastków w wodach zadowalającej jakości. Natomiast zawartość Ni i Co była na poziomie odpowiednio IV i V klasy czystości wód podziemnych.

Badane wody gruntowo-glebowe występują na obszarze zlewni Jeziora Mie-dwie, której obszar charakteryzuje się dużym udziałem użytków rolnych w całkowitej powierzchni gruntów. Wzrost ilości gospodarstw z intensywną produk-

cją zwierzęcą i roślinną opartą głównie na nawożeniu mineralnym, skutkuje pogorszeniem jakości środowiska glebowego i wodnego omawianego obszaru [Durkowski 2005]. Z uwagi na wykorzystanie wód Miedwia, jako wody pitnej dla mieszkańców Szczecina należy zwrócić szczególną uwagę, na jakość wód powierzchniowych, gruntowo-glebowych i podziemnych występujących w zlewni akwenu.

WNIOSKI

1. Badane gleby reprezentują rzędy gleb: glejoziemnych i czarnoziemnych, typy gleb: glejowych i murszastych. Charakteryzują się znaczną ilością CaCO₃ w poziomach powierzchniowych.
2. Zawartość ogólnego Ca w badanych płytkich glebach pobagiennych jest wysoka, a ogólnego P, K, Zn i Cu niska, zaznacza się wpływ węglanowych osadów limnicznych na właściwości chemiczne poziomu powierzchniowego.
3. Wody gruntowo-glebowe występujące w pobliżu wykonanych odkrywek glebowych charakteryzowały się odczynem zasadowym, zawartością azotu N-NH₄ odpowiadającej wodom podziemnym dobrej i złej jakości, a pod względem zawartości azotu N-NO₃ wodom bardzo dobrej jakości.
4. Zawartość badanych makroelementów w wodach gruntowych odpowiadała II i III klasie czystości wód gruntowych. Natomiast zawartość mikroelementów odpowiadała klasom czystości wód podziemnych od I do V.

Praca naukowa finansowana ze środków budżetowych na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy nr N N305 031139.

LITERATURA

1. GOTKIEWICZ J., PAWLUCZUK J., PIWOWARSKA M., 2006: Zawartość składników mineralnych w glebach gytowo-murszowych obiektu Gązwa. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t. 6 z. 2 (18) s. 65-75.
2. KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., MALISZEWSKA-KORDYBACH B., FILIPIAK K., KRAKOWIAK A., PIETRUCH C., 1995: Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb (metale ciężkie, siarka i WWA). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 1995.
3. KIRYLUK A., 2003: Wpływ sposobu użytkowania torfowiska niskiego na zawartość biogenów i innych składników w wodach gruntowych i w wo-

- dach z rowów melioracyjnych na obiekcie Supraśl Dolna. *Acta Agrophisica* 1(2), s. 245-253.
4. KIRYLUK A., 2009: Proces gładowienia w pobagiennych ekosystemach łąkowych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 2009: t. 9 z.4 (28), s.59-69.
 5. KRZYWONOS K. 1993. Organogeniczne gleby węglanowe na kredzie jeziornej. Charakterystyka i klasyfikacja. *Wiadomości Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych*, t.17, z. 3, s. 37-55.
 6. MELLER. E., 2006: Płytkie gleby organogeniczno-węglanowe na kredzie jeziornej i ich przeobrażenia w wyniku uprawy. AR w Szczecinie, rozprawy nr 233.
 7. NIEDŹWIECKI E., ŁYDUCH L., 1992: Zawartość niektórych mikroelementów w glebach gytiowo-murszowych oraz w roślinności trawiastej nad Jeziorem Miedwie.VII Sympozjum nt. Mikroelementy w rolnictwie Kom. Gleboznawstwa i Chemii Rolnej PAN we Wrocławiu, Katedra Chemii Rolniczej AR we Wrocławiu. 16-17 września 1992, s. 340-342.
 8. RAUBA M., 2009: Zawartość związków azotu i fosforu w wodach gruntowych zleni użytkowanej rolniczo na przykładzie zlewni rzeki Śliny. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, nr 40, s. 505-512.
 9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. Dz. U. Nr 143. Poz. 896
 10. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. Nr 165, poz. 1358 i 1359.
 11. SYSTEMATYKA GLEB POLSKI, 2011: Wydanie V. *Rocz. Glebozn.* 62 (3), s. 1-193.
 12. DURKOWSKI T., 2005: Jakość wód gruntowych i powierzchniowych na obszarze szczególnie narażonym (zlewnia Jeziora Miedwie). Warszawa 2005. *Inżynieria Ekologiczna* nr 12, s. 23-24.

**PROPERTIES OF POST-BOG SOILS DEVELOPED
ON LACUSTRINE CHALK AND RATE GROUND
SOIL WATER PROPERTIES**

S u m m a r y

Shallow post-bog soils on lacustrine chalk are characterised by a specific texture connected with their two-stage genesis. Ongoing muck-formation process affects physicochemical and chemical properties of surface horizon of organogenic soils. The material on which the soils developed is of great importance as well as their use and moisture. Chemical composition of groundwater varies and is often related to agricultural use of the area within the catchment area. Soil-ground waters of the catchment area under agricultural use differ in the degree of contamination, the content of nitrogen and its forms and macro-and micro-elements.

Key words: post-bog soils, , ground-soil waters , lacustrine chalk , soil chemical properties