

Katarzyna Kołodziejczyk*, Klara Tomaszewska*, Marta Gwizdź**,
Ludwik Żołnierz*

KSZTAŁTOWANIE SIĘ ZAWARTOŚCI WYBRANYCH PIERWIASTKÓW W GLEBACH ORGANICZNYCH OKOLIC MILICZA

CHARACTERISTICS OF SOME ELEMENTS CONTENT IN ORGANIC SOILS OF THE VICINITY OF THE MILICZ TOWN

Słowa kluczowe: gleby organiczne, łąki pobagiennie, siedliska hydrogeniczne, zawartość pierwiastków.

Key words: organic soils, boggy meadows, settlements hydrogenic, content of elements.

Two peat profiles were sampled from two post-boggy meadows in the vicinity of the Milicz town (SW Poland). One of this meadows is still used, the other one is abandoned for a long time. In the peat profiles vertical distribution of some macroelements (Ca, Mg, K) and Na, as well as some heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd and Ni) was studied. There was observed leaching of Mg, Ca and Na from upper strata of the both profiles and cumulation of these elements in the deeper parts of the soils. This phenomenon was especially spectacular in the case of the abandoned meadow. Among the heavy metals Zn and Pb occurred in highest amounts in the upper parts of the soils. High concentrations of lead are intriguing because of the character of the region – there are big forest areas and almost no industrial plants. The contents of Pb and Cd in examined soils have exceeded the maximum admissible concentrations defined by the Polish governmental standards. In the case of Cu such a norm was exceeded in layers below 35 cm in the profile taken from the abandoned meadow.

* *Mgr inż. Katarzyna Kołodziejczyk, dr hab. Klara Tomaszewska, dr hab. inż. Ludwik Żołnierz – Katedra Botaniki i Ekologii Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Pl. Grunwaldzki 24 a, 50-363 Wrocław; tel.: 71 320 16 05; e-mail: katarzyna.kolodziejczyk@up.wroc.pl*

** *Marta Gwizdź – Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Grunwaldzka 53, 50-357 Wrocław; tel.: 71 320 56 04, e-mail: marta.gwizdz@up.wroc.pl*

1. WPROWADZENIE

Zaprzestanie użytkowania łąk pobagiennych wpływa zarówno na skład florystyczny, jak i na właściwości siedliska, w tym również na zawartość poszczególnych pierwiastków. Siedliska silnie uwilgotnione, położone w dolinach rzecznych, charakteryzuje występowanie gleb hydrogenicznych oraz roślinności hydrofilnej. W celu gospodarczego wykorzystania tych terenów wykonuje się ich odwodnienie. Melioracje odwadniające, które przeważały w ostatnich kilkudziesięciu latach, spowodowały zmianę warunków siedliskowych, powodując przesuszenia wierzchniej warstwy gleb [Kiryłuk 1995].

Siedliska podmokłe pełnią ważną rolę w obiegu pierwiastków, co wynika w głównej mierze z występowania w układach bagiennych elementów stabilizujących obieg materii, które jednak mogą zostać poważnie naruszone przez różnorodną działalność antropogeniczną. W wyniku odwodnienia gleb organicznych zachodzą na ogół nieodwracalne przemiany, wpływające m.in. na zróżnicowanie zawartości makro- i mikroelementów w tych utworach.

Celem opracowania było sprawdzenie, w jaki sposób kształtuje się rozkład zawartości wybranych pierwiastków w glebie organicznej z zaznaczającym się procesem murszenia.

2. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy pobrany został z dwóch obiektów:

- nieużytkowanej łąki pobagiennej – obiekt nr 1,
- oraz
- z użytkowanej łąki pobagiennej – obiekt nr 2.

Podstawą zakwalifikowania obiektów była miąższość torfu ok. 1 m. Badane łąki są zlokalizowane na obszarze Parku Krajobrazowego Dolina Baryczy w gminie Milicz i oddalone od siebie o ok. 1,5 km. Każdą z nich charakteryzuje odmienny skład florystyczny.

Na obiekcie nr 1 stwierdzono występowanie m.in.: śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa*), jaskra rozłogowego (*Ranunculus repens*), mietlicy białawej (*Agrostis gigantea*), na obiekcie nr 2 natomiast m.in. występowanie wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*), śmiałka darniowego (*Deschampsia caespitosa*), jaskra rozłogowego (*Ranunculus repens*) i tomki wonnej (*Anthoxanthum odoratum*).

Analizy zawartości wybranych pierwiastków w glebach torfowych wykonano w dwóch profilach. Profil pobrany na łące użytkowanej miał 58 cm, a na nieużytkowanej 79 cm. W laboratorium profile podzielono na poziomy o długości 7 cm, w których wykonano analizy zawartości badanych pierwiastków. Odczyn mierzono potencjometrycznie w wyciągu w wodzie dejonizowanej 1:2,5 w/v. W powietrznym suchym materiale wykonano analizy zawartości całkowitych miedzi (Cu), cynku (Zn), ołowiu (Pb), kadmu (Cd) oraz niklu (Ni) po mineralizacji w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego (4:1).

Formy rozpuszczalne wapnia (Ca), magnezu (Mg), potasu (K) i sodu (Na) oznaczono po ekstrakcji w 0,5 M HCl, z wykorzystaniem mieszadła obrotowego [Sapek A., Sapek B. 1997]. Zawartość Mg, Cu, Zn, Pb, Cd i Ni określono metodą absorpcji atomowej na spektrometrze Varian Spectra 200. Potas, wapń i sód oznaczono tym samym aparatem, pracującym w trybie – pomiar emisji.

3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

3.1. Zakres zmian właściwości chemicznych

Torfowiska w stanie naturalnym gromadzą znaczne ilości wody oraz akumulują materię organiczną. Stanowią także bariery chroniące wody przed eutrofizacją. Odwodnienie torfowisk ogranicza te funkcje, a niekiedy nawet je przerywa [Piaścik 1995].

Zmiany właściwości chemicznych torfu dotyczą zmian:

- składu substancji organicznej,
 - mineralizacji azotu i węgla powiązanej z emisją gazów cieplarnianych,
 - zmian w składzie substancji nieorganicznej
- oraz
- zmian jakości odpływającej wody.

Wtórna humifikacja i równoległe przebiegająca mineralizacja powodują, że murse tworzą charakterystyczne dla danego rodzaju torfu ciągi zmian właściwości [Ilnicki 2002].

3.2. Odczyn gleb

Wyniki pomiaru wartości pH w badanych glebach wykazały jednoznacznie kwaśny i lekko kwaśny charakter tych utworów glebowych (tab. 1). Zauważyć należy wzrost wartości pH na łące użytkowanej, co związane może być z przeprowadzonym wapnowaniem lub nawożeniem. Niektórzy autorzy [Okruzsko, Piaścik 1993, Maciak 1995] potwierdzają możliwość wymywania wapnia z gleb organicznych na skutek zachodzenia procesów zakwaszających, wynikających z mineralizacji związków organicznych, uwalniania azotu i powstawania form amonowych tego pierwiastka [Brandyk i in. 2006].

Na łące nieużytkowanej wartość pH gleby do głębokości 27 cm wynosi 4,4, po czym na głębokości 27–35 cm wartość pH zwiększa się do 4,7, a następnie ponownie się zmniejsza w głębszych warstwach.

Na łące użytkowanej sytuacja kształtuje się podobnie – w warstwach powierzchniowych wartość pH zwiększa się do ok. 4,9 do 5–5,1 na głębokości 14–46 cm, a następnie w głębszych warstwach ponownie się zmniejsza. Wskazuje to jednoznacznie na wzrost wartości pH w warstwach środkowych profili i nie jest to uzależnione od sposobu użytkowania. Ogólnie jednak sposób użytkowania może mieć wpływ na odczyn gleby.

Tabela 1. Odczyn (wartości pH) badanych gleb**Table 1.** Reaction of soils

Obiekt	Poziom [cm]	pH w H ₂ O
1 – łąka nieużytkowana	0–7	4,4
	7–17	4,4
	17–27	4,4
	27–35	4,7
	35–65	4,1
	65–79	4,3
2 – łąka użytkowana	3–7	4,9
	7–14	4,9
	14–24	5,0
	24–34	5,1
	34–46	5,1
	46–58	5,0

3.3. Zawartość metali ciężkich

Zbadano także zawartości kilku metali ciężkich, wykazujących zróżnicowaną mobilność w środowisku glebowym (tab. 2):

- miedzi (Cu),
- cynku (Zn),
- ołowiu (Pb),
- kadmu (Cd),

oraz

- niklu (Ni).

Tabela 2. Całkowita zawartość pierwiastków śladowych w badanych glebach. Podane wyniki są wartością średnią z trzech powtórzeń**Table 2.** Content of trace elements of soils. Results shown in table are the average of three repeats

Obiekt	Poziom	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
	[cm]					
1 – łąka nie- użytkowana	0–7	13,7	40,3	77,7	3,2	8,2
	7–17	15,3	39,6	70,5	1,5	7,7
	17–27	30,3	29,2	52,5	0,5	9,4
	27–35	28,1	15,1	12,7	0,4	2,0
	35–65	48,8	12,7	13,8	1,0	18,8
	65–79	97,0	11,5	12,8	1,4	28,9
2 – łąka użyt- kowana	3–7	27,8	49,7	135,7	5,5	15,6
	7–14	17,3	31,7	90,3	1,9	13,9
	14–24	22,4	13,0	19,8	0,8	12,7
	24–34	14,3	9,8	9,3	0,8	9,1
	34–46	19,3	7,9	2,3	0,2	9,3
	46–58	26,2	7,4	7,5	0,3	12,3

Miedź. Najczęściej całkowite zawartości tego pierwiastka mieszczą się w przedziale od 2 do 20 mg·kg⁻¹. Jego nagromadzenie obserwuje się przeważnie w poziomach powierzchniowych. Dzieje się tak między innymi dlatego, że miedź jest pobierana przez rośliny w większym stopniu niż inne mikroelementy i w ten sposób jest chroniona przed wymywaniem [Driessen, Sudewo 1997]. Na obiekcie nr 1 sytuacja kształtuje się całkowicie odwrotnie – zawartość miedzi rośnie wraz z głębokością. Natomiast na obiekcie nr 2 większe zawartości obserwuje się w poziomach powierzchniowych. Na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi analizowane tereny zaliczono do grupy A, czyli obszarów poddanych ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody. Zawartość dopuszczalna miedzi wynosi dla tych terenów 30 mg·kg⁻¹, a więc została przekroczona tylko w dolnych warstwach profilu nieużytkowanej łąki pobagiennej.

Cynk. Podawane w literaturze całkowite zawartości cynku w poziomach gleb organicznych [Lucas 1982] mieszczą się w bardzo szerokim przedziale od 1 do 400 mg·kg⁻¹. Największe zawartości tego pierwiastka zaobserwowano w poziomach powierzchniowych na obu obiektach. Jednocześnie stwierdzono różnicę zawartości cynku w warstwie murszu, i w warstwie torfu niezdegradowanego. Wyraźniej zróżnicowanie to zaznaczyło się na łące użytkowanej. Wynika to z tego, że ani użytkowanie, ani odczyn nie mają wpływu na przemieszczanie się tego pierwiastka w glebie. Zjawisko to można tłumaczyć zaledwie niewielkim odwodnieniem tych terenów, w związku z czym nie następuje pionowe zstępowanie cynku z przesuszonych poziomów powierzchniowych.

Uzyskane wyniki badań znajdują również potwierdzenie w literaturze. Choromańska i in. [1989] wskazują, że badania nad kształtowaniem się zawartości manganu, miedzi i cynku w glebie torfowo-murszowej pod wpływem różnego nawożenia i użytkowania wykazały, że zawartość cynku układa się na poziomie ok. 30 mg·kg⁻¹, przy czym nie występują różnice zależne od sposobu użytkowania. Na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi wartość dopuszczalna cynku dla tych terenów wynosi 100 mg·kg⁻¹ i nie została przekroczona w żadnym z profili.

Ołów. Zawartość ołowiu, wynikająca z naturalnej bioakumulacji, spotykana w niezagospodarowanych glebach torfowych, może mieścić się w szerokim zakresie – od 1 do 40 mg·kg⁻¹ [Lucas 1982]. Sytuacja ta znajduje również potwierdzenie w badanych przez autorów obiektach. Zaznacza się jednak różnica w zawartości tego pierwiastka między warstwą murszu (więcej) i warstwą torfu niezdegradowanego (mniej). Zaskakujące jest to, że w warstwach powierzchniowych zawartość ołowiu przekracza dopuszczalne zawartości, a ponadto jest go niemal dwa razy więcej w warstwie powierzchniowej (3–7 cm) gleby na łące użytkowanej, aniżeli w warstwie powierzchniowej gleby łąki nieużytkowanej. Wskazywać to może, że pierwiastek ten jest dostarczany z zewnątrz, być może wraz z nawozami mineralnymi. Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w spra-

wie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi zawartość dopuszczalna wynosi $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a zatem w obu profilach została przekroczona w ich powierzchniowych warstwach, objętych procesem murszenia.

Kadm. Zawartość tego pierwiastka w glebie na obiekcie nr 2 okazała się najwyższa w poziomach powierzchniowych i stopniowo ulegała zmniejszaniu wraz ze zwiększaniem się głębokości. W obiekcie nr 1 natomiast najmniejsze zawartości tego pierwiastka obserwuje się w środkowej części profilu. Wskazywać to może na kumulację kadmu w powierzchniowych warstwach gleb użytkowanych oraz wymywanie kadmu z powierzchniowych warstw na łące nieużytkowanej. Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi zawartość dopuszczalna kadmu wynosi $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. W obu badanych profilach zauważalne jest przekroczenie tej wartości, przy czym na użytkowanej łące pobagienniej dotyczy to tylko powierzchniowych warstw (tak jak w odniesieniu do ołowiu), natomiast w profilu glebowym na łące nieużytkowanej wartość dopuszczalna została przekroczona zarówno w powierzchniowych, jak i głębszych warstwach.

Nikiel. Na obu obiektach wyraźnie zaznacza się proces wymycia niklu z powierzchniowych warstw gleby i przemieszczenie do warstw głębiej położonych. Akumulacja rozpoczyna się na głębokości 35–45 cm. Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi zawartość dopuszczalna Ni wynosi $35 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ i w żadnym z badanych profili nie została przekroczona.

Większe zawartości metali ciężkich na łące użytkowanej wskazują na ich wprowadzenie wraz ze stosowanymi nawozami mineralnymi lub środkami ochrony roślin. W najbliższej okolicy nie ma bowiem znacznych ośrodków przemysłowych, które mogłyby być odpowiedzialne za zanieczyszczenie gleb badanych obszarów.

3.4. Zawartość wybranych makroelementów

Zawartość w glebie wybranych makroelementów jest istotna zarówno bezpośrednio w odniesieniu do roślin, jak i ze względu na wyznaczenie potrzeb nawozowych [Sapek, Sapek 1997]. W profilach łąk pobagiennych zwrócono uwagę jedynie na: magnez (Mg), wapń (Ca), potas (K) oraz sód (Na).

Magnez. Zawartość magnezu zwiększa się w miarę zwiększania się zawartości materii organicznej [Łachacz 1998]. W obu badanych profilach zawartość tego pierwiastka w glebie jest znaczna, ale szczególnie zaznacza się na głębokości ok. 35–50 cm. Wskazuje to jednoznacznie na proces ługowania tego składnika, co nie jest zależne od sposobu użytkowania obiektu. Z punktu widzenia wyceny zawartości magnezu stosowanej przez Sapków [1997] stwierdzone w badanych profilach zawartości magnezu są bardzo duże, wielokrotnie przekraczające zawartość $120 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ Mg, wymaganą dla gleb organicznych. Oba profile są bardzo zasobne w ten pierwiastek.

Tabela 3. Zawartość Mg, Ca, K oraz Na w badanych glebach. Podane wyniki są średnią z 3 powtórzeń**Table 3.** Content of Mg, Ca, K and Na of soils. Results shown in table are the average of three repeats

Obiekt	Poziom	Mg	Ca	K	Na
	[cm]	[mg·kg ⁻¹]			
1 – łąka nieużytkowana	0–7	150	2465	76	82
	7–17	156	1370	65	73
	17–27	357	6113	81	103
	27–35	547	8750	55	118
	35–65	1044	10028	30	163
	65–79	977	7028	27	163
2 – łąka użytkowana	3–7	195	12190	84	95
	7–14	216	17455	76	115
	14–24	258	29800	36	76
	24–34	399	26475	30	107
	34–46	463	29988	27	138
	46–58	604	26163	12	141

Wapń. Na ogół gleby zawierają duże ilości wapnia. Zależnie od różnych czynników, a przede wszystkim rodzaju skały macierzystej, z której gleba powstała, całkowita zawartość wapnia w różnych glebach może wahać się w dość szerokich granicach – od 0,1 do 1,5% Ca, a niekiedy osiąga znacznie wyższe poziomy [Lityński, Jurkowska 1982]. W obu badanych glebach pionowy rozkład zawartości kationów wapnia jest identyczny. Na obiekcie nr 1 największe wartości tego kationu zanotowano na głębokości 36–65 cm. W całym profilu należy zauważyć zjawisko wymywania wapnia z warstw powierzchniowych oraz jego akumulację we wspomnianej wcześniej warstwie. Podobnie na obiekcie nr 2 największe nagromadzenie wapnia odnotowano w warstwie na głębokości 34–46 cm, a w pozostałych nadległych warstwach również zaobserwowano pionowe wymywanie tegoż składnika. Należy również wspomnieć, że wapń jest dominującym kationem o charakterze zasadowym, sorbowanym w kompleksie sorpcyjnym.

Potas. Małe zawartości potasu w uzyskanych badaniach potwierdzają dane literaturowe i wskazują jednoznacznie, że gleba torfowa nie gromadzi tego pierwiastka, co różni ją od gleb mineralnych, zwłaszcza ilastych [Łachacz 1998]. W obu badanych przypadkach nieznacznie większe ilości tego składnika znajdują się w poziomach powierzchniowych.

Otrzymane wyniki potwierdzają tezę prezentowaną przez Urvasa [1983], że niska zawartość potasu i magnezu jest typowa dla większości gleb hydrogenicznych zasobnych w materię organiczną, a wykształconych na podłożu piaszczystym. Biorąc pod uwagę ocenę zawartości potasu stosowaną przez Sapków [1997] można stwierdzić, że otrzymane w badanych profilach wartości kształtują się od bardzo niskiej (czyli < 25 mg·kg⁻¹ K) do bardzo wysokiej (czyli w przedziale 76–100 mg·kg⁻¹ K). Zawartość ta zmniejsza się wraz z głębokością.

Sód. Wiązanie sodu przez koloidy glebowe jest dość słabe, dlatego jest on łatwo wymywany. Substancja organiczna gleby słabiej sorbuje sól aniżeli koloidy mineralne, tak że w glebach organicznych zawartość wymiennego sodu jest szczególnie mała [Lityński, Jurkowska 1982]. Zarówno w obiekcie nr 1, jak i w obiekcie nr 2, zaobserwowano nagromadzenie sodu w głębszych warstwach profilu. Podobnie jak w odniesieniu do innych składników zachodzi tutaj zjawisko wymywania tego pierwiastka do warstw głębiej położonych.

4. WNIOSKI

1. Odczyn badanych gleb organicznych jest lekko kwaśny lub kwaśny, pH przyjmuje większe wartości na użytkowanych łąkach bagiennych.
2. Większość badanych metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni) wykazuje przeważnie akumulację w powierzchniowych poziomach tych gleb. Wyjątek stanowi miedź, która jest wymywana i gromadzona w głębszych poziomach.
3. Zauważyć należy większe zawartości metali ciężkich w glebach organicznych łąki użytkowanej w porównaniu z glebami organicznymi łąki nieużytkowanej. Zawartość ołowiu w warstwie powierzchniowej gleby łąki użytkowanej jest dwukrotnie większa niż na łące nieużytkowanej.
4. Zawartość Pb oraz Cd w obu profilach (łąka użytkowana i łąka nieużytkowana) przekracza wartości dopuszczalne przedstawione w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Przekroczenie zawartości Cu zaznacza się w warstwach poniżej 35 cm i tylko na łące nieużytkowanej.
5. Na glebach torfowych występuje zjawisko wymycia K, Mg, Ca oraz Na. W związku z tym bardzo ważne jest odpowiednie nawożenie tymi składnikami.
6. Pod względem zasobności gleby w analizowane makroskładniki można składniki te ująć w szeregu $Ca > Mg > Na > K$, natomiast metale ciężkie $Cu > Pb > Zn > Ni > Cd$.

PIŚMIENNICTWO

- BOGACZ A. 2005. Właściwości i stan przeobrażenia wybranych gleb organicznych Sudetów. Wrocław, Zesz. Nauk. AR Wrocław, CCXXVI.
- BRANDYK T., SZAJDAK L., SZATYŁOWICZ J. 2006. Właściwości fizyczne i chemiczne gleb organicznych. SGGW, Warszawa.
- CHOROMAŃSKA D., GOTKIEWICZ J., SAPEK A. 1989. Zawartość Mn, Cu i Zn w określonych poziomach wierzchniej warstwy gleby organicznej różnie nawożonej i użytkowanej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 325: 205–210.
- DRIESSEN P.M., SUDEWO P. 1977. A review of cropsand crop performance on South – east Asian lowland peats. Bulletin No. 4, Soil Research Institute, Bogor, Indonesia.

- ILNICKI P. 2002. Torfowiska i torf. Poznań.
- KIRYLUK AL. 1995. Wpływ wieloletniego użytkowania łąkowego torfowiska niskiego na produkcję biomasy i kształtowanie się zbiorowisk roślinnych w dolinie rzeki Supraśli. Materiały Seminaryjne 34, Falenty.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H. 1982. Żyzność gleby i odżywianie się roślin. Warszawa.
- LUCAS R.E. 1982. Organic Soil (Histosols. Formation, distribution, physical and chemical properties and menagement for crop production. Michigan State University, Research Report No. 435 (Farm Science).
- ŁACHACZA. 1998. Gleby pobagienne użytkowane łąkowo na Sandrze Piskim. Acta Academiae Agriculturae Ac Technice Olstenensis No 65: 41–59.
- PIAŚCIK H., GOTKIEWICZ J. 1995. Proces degradacji na odwodnionych torfowiskach terenów młodogłajalnych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z.418: 185–190.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.** Dz.U. 2002. Nr 165, poz. 1359.
- SAPEK A., SAPEK B. 1997. Metody analizy chemicznej gleb organicznych. IMUZ, Falenty.