

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH FORM METALI CIĘŻKICH W GLEBACH NA OBSZARACH SIEDLISK PTAKÓW

*Sławomir Ligęza*¹, *Modest Misztal*², *Halina Smal*¹

¹ Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,
Akademia Rolnicza w Lublinie

² Katedra Hydrobiologii i Ichtiobiologii,
Akademia Rolnicza w Lublinie

Wstęp

Wzrost zawartości metali ciężkich w glebach wiąże się najczęściej z emisjami przemysłowymi, których głównym źródłem są zakłady metalurgiczne. W zależności od miejsca depozycji, formy występowania oraz panujących warunków (np. pH, potencjał oksydoredukcyjny, wilgotność), tempo procesów mobilizacji – immobilizacji pierwiastków śladowych wykazuje różną dynamikę. Generalnie jednak, wraz z upływem czasu następuje ich rozproszenie w środowisku. Formy najbardziej mobilne zostają włączone w biogeocykle i migrują w łańcuchach troficznych.

Ptaki, ze względu na powszechność występowania oraz różnorodność spożywanego pokarmu, są silnie narażone na szkodliwe działanie metali ciężkich. Część metali pobranych z pożywieniem gromadzi się w ich tkankach [LEBEDEVA 1997; ŚWIERGOSZ 1998; SEPULVEDA i in. 1999], część natomiast jest wydalana z odchodami i trafia do gleby [HEADLEY 1996; PEREZ 1998].

Celem niniejszej pracy było stwierdzenie, które spośród badanych metali ciężkich (Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni) w największym stopniu gromadzą się w glebach na obszarach bytowania ptaków, co odzwierciedla łatwość przemieszczania się tych metali w środowisku.

Materiał i metody

Próbki gleb pobrano na obszarach wieloletniego bytowania ugrupowań ptaków o odmiennych wymaganiach pokarmowych:

- kormoranów (kolonie w Kątach Rybackich i na „Wyspie Kormoranów” – jez. Dobskie) oraz czapli siwych (kolonia w Gołębiu k/Dęblina), których głównym pożywieniem są ryby;
- gęsi (fermy hodowlane w Knyszynie i Hucie Józefów), które spożywają rośliny;
- gawronów (noclegowisko w Poznaniu nad Wartą), żywiących się zarówno pokarmem roślinnym jak i zwierzęcym.

Analizie poddano poziomy próchniczne i podpróchniczne gleb terenów sie-

dłisk ptaków (tab. 1). Materiał porównawczy stanowiły gleby z obszarów bezpośrednio przylegających do miejsc, gdzie bytowały ptaki, ale pozostających poza zasięgiem oddziaływania ptasich odchodów. Badano koncentrację metali ciężkich rozpuszczalnych w 1 mol HCl·dm⁻³ oraz zawartych w roztworze glebowym. Roztwór glebowy pozyskiwano metodą wirowania próbek gleb o wilgotności równej połowej pojemności wodnej, inkubowanych przez 48 godzin w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła [SMAL 1999]. Metale rozpuszczalne w kwasie solnym oznaczano metodą ICP (inductively coupled plasma), natomiast zawarte w roztworach glebowych metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Obliczone wartości współczynników korelacji pomiędzy zawartością węgla ogólnego (metoda Tiurina), a badanymi metalami, zacytowano bezpośrednio w tekście pracy.

Tabela 1; Table 1

Wybrane właściwości gleb
Some soil properties

Poziom Layer	Utwór granulometryczny Textural group		pH _{KCl}		C ogółem.; Total C (%)	
Kąty Rybackie						
	A	B	A	B	A	B
I	n.o.	n.o.	3,6	2,7	24,60	9,20
II	pl	pl	3,4	3,3	0,35	0,28
„Wyspa kormoranów”						
I	plg	pl	3,7	5,9	3,11	2,52
II	gsp	pl	3,3	7,1	1,39	1,16
Knyszyn						
I	ps	pglp	6,4	4,3	1,07	0,59
II	ps	psp	5,9	5,4	0,19	0,20
Huta Józefów						
I	pli	pli	6,4	6,9	0,86	1,00
II	pli	pli	5,9	6,7	0,31	0,30
Gołąb						
I	pl	pl	3,8	3,7	0,74	0,53
II	pl	pl	3,8	4,5	0,38	0,34
Poznań						
I	plp	pl	5,7	7,1	5,49	0,37
II	plp	pl	5,5	7,2	0,12	0,19

- I – poziom próchniczny; humus layer
 II – poziom podpróchniczny; subhumus layer
 A – próbki z terenów siedlisk ptaków; samples from areas of birds' settling
 B – próbki porównawcze, control samples; n.o. – nie oznaczano, not determined
 n.o. – nie oznaczano; not determined
 pl – piasek luźny; sand
 plp – piasek luźny pylasty; silty sand
 ps – piasek słabo gliniasty; weakly loamy sand
 pglp – piasek gliniasty lekki pylasty; sandy clay loam
 psp – piasek słabo gliniasty pylasty; weakly loamy sand
 plg – pył gliniasty; silty clay loam
 pli – pył ilasty; loamy silt
 gsp – glina średnia pylasta; silty clay

Tabela 2; Table 2

Metale ciężkie rozpuszczalne w 1 mol HCl·dm⁻³ i zawarte w roztworze glebowym
Heavy metal forms soluble in 1 mole HCl·dm⁻³ and contained in soil solution

Poziom Layer	Gleba; Soils												Roztwór glebowy; Soil solution					
	Cu		Zn		Cd		Pb		Cr		Ni		Cu			Zn		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	mg·kg ⁻¹																	
	Kąty Rybackie																	
I	20,90	4,44	140,00	16,10	0,94	0,20	43,00	16,00	34,00	4,10	1,21	ślad.	0,27	0,22	1,55	0,63		
II	3,69	3,87	3,36	3,67	0,03	0,02	2,42	1,66	0,99	0,96	ślad.	0,27	0,11	1,07	0,52			
	Wyspa Kormoranów ²⁾																	
I	2,81	0,11	25,20	10,60	0,16	0,11	11,9	4,84	6,12	2,56	0,20	ślad.	0,27	0,18	1,07	0,59		
II	2,52	2,29	5,07	5,54	0,11	0,01	5,27	0,36	1,27	0,10	0,35	ślad.	0,40	0,22	1,85	0,07		
	Knyszyn																	
I	6,09	5,24	26,5	8,40	0,16	0,09	10,9	9,31	6,70	2,13	ślad.	ślad.	ślad.	0,01	0,05	0,10		
II	2,88	3,03	1,09	1,44	0,03	0,04	1,87	2,52	0,26	0,37	ślad.	ślad.	0,01	0,02	0,05	0,04		
	Huta Józefów																	
I	5,85	3,90	16,7	8,46	0,34	0,31	13,2	9,99	4,11	2,08	0,14	ślad.	0,02	ślad.	0,02	0,01		
II	3,84	3,20	2,99	2,55	0,10	0,12	5,68	5,69	0,74	0,60	ślad.	ślad.	0,03	ślad.	0,04	0,01		
	Gołęb k/Dęblina																	
I	1,93	2,46	2,08	1,08	0,02	0,02	4,94	4,97	0,53	0,28	ślad.	ślad.	0,03	0,015	0,30	0,18		
II	4,64	1,96	1,37	1,59	0,07	0,05	1,51	1,25	0,31	0,40	0,14	ślad.	0,02	0,010	0,22	0,06		
	Poznań																	
I	5,87	4,20	40,00	12,60	0,39	0,19	46,8	15,6	10,00	3,13	0,06	0,90	0,25	ślad.	0,11	0,04		
II	2,50	2,91	7,44	8,36	0,08	0,07	1,79	3,13	1,82	2,11	ślad.	ślad.	0,25	ślad.	0,33	0,04		

Objaśnienia jak w tab. 1; Explanations see Table 1

ślad. – Śladowa zawartość pierwiastka; Trace concentration

Wyniki i dyskusja

Rozkład stężeń badanych metali w glebach z terenów ugrupowań ptaków oraz zestawienie ich koncentracji z próbkami porównawczymi wskazuje, że ptaki mogą przyczyniać się do wzrostu koncentracji pierwiastków śladowych (tab. 2). Potwierdzają to prace HEADLEY'A [1996] oraz PEREZA [1998]. Ogólnie, w największych ilościach występował cynk, następnie ołów, chrom i miedź oraz kadm. Taka kolejność w szeregu jest zbliżona do naturalnej [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993].

Poziomy powierzchniowe gleb charakteryzowały się większym wzbogaceniem w metale niż poziomy leżące poniżej. Jest to rezultatem zarówno wyższej zawartości węgla organicznego w wierzchnich poziomach gleb i wynikającą z tego silniejszą sorpcją (Cu, Zn, Cd), jak również tworzeniem związków trudno rozpuszczalnych, co prowadziło do immobilizacji metali (np. Pb, Cr) [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; MISZTAŁ, LIGĘZA 1995]. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością Cog., a ilością metalu w glebie były wysokie i wynosiły: dla Cu – 0,88; Zn – 0,93; Cd – 0,88; Pb – 0,74; Cr – 0,94 ($p = 0,05$).

W glebach kontrolnych tylko w jednym przypadku stwierdzono obecność Ni oznaczonego według podanych metod, podczas gdy w większości gleb, będących pod wpływem ugrupowań ptaków, pierwiastek ten był wykrywalny (tab. 2). Zawartość węgla ogólnego nie wpływała wyraźnie na immobilizację deponowanego niklu (tab. 1, 2), chociaż jego powinowactwo do materii organicznej jest szczególnie wysokie [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Sytuacja ta była najbardziej widoczna w przypadku gleby zlokalizowanej na wyspie kolonii kormoranów oraz kolonii czapli siwych. Wyższa koncentracja Ni w poziomach podpróchnicznych tych dwóch gleb, wynikać mogła z działania różnych czynników, w tym także wymywania w głąb profilu. Warto zauważyć, że większe ilości niklu zanotowano w glebach siedlisk ptaków żerujących w środowisku wodnym (kormorany i czaple) oraz w glebie kontrolnej noclegowiska gawronów, która umiejscowiona była w bezpośrednim sąsiedztwie rzeki Warty (tab. 2). Może to wskazywać na znaczącą rolę cieków i zbiorników wodnych w migracji tego pierwiastka.

Stężenie wszystkich badanych metali ciężkich w roztworach glebowych było bardzo niskie (tab. 2), pomimo, iż większość gleb wykazywała odczyn kwaśny, co teoretycznie powinno sprzyjać uruchamianiu metali i ich przechodzeniu do roztworu [MISZTAŁ, LIGĘZA 1996]. W przypadku Cd, Pb, Cr i Ni zawartość w roztworach była śladowa – na granicy wykrywalności. Bardzo niskie stężenia kadmu i ołowiu w roztworach gleb lekkich stwierdziła SMAL [1999]. Maksymalna zawartość cynku wykazana w roztworze glebowym wynosiła $1,85 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast miedzi $0,40 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 2). Oba te pierwiastki występowały w największych ilościach w roztworach gleb kolonii kormoranów, w najmniejszych natomiast w roztworach gleb ferm hodowlanych gęsi.

Wnioski

1. W zdecydowanej większości przypadków gleby obszarów zasiedlonych przez ptaki charakteryzowały się wyższą zawartością metali ciężkich rozpuszczalnych w $1 \text{ mol HCl} \cdot \text{dm}^{-3}$, w porównaniu do gleb kontrolnych.
2. Najwyższą koncentrację powyższej formy metali wykazywał cynk, natomiast najniższą kadm. Miedź, ołów i chrom przyjmowały wartości pośrednie.

3. Obecność niklu stwierdzono prawie wyłącznie w próbkach glebowych pobranych na obszarach zasiedlonych przez ptaki, co świadczy o tym, że ten pierwiastek w znaczący sposób przemieszcza się przy udziale ptaków.
4. Metale ciężkie w niewielkim stopniu przechodziły z gleby do roztworu glebowego i zasadniczo, poza cynkiem i miedzią, wszystkie występowały w ilościach zbliżonych do granicy ich wykrywalności.

Literatura

- HEADLEY A.D. 1996. *Heavy metal concentrations in peat profiles from the high Arctic*. Sci. of Tot. Environ. 177(1-3): 105-111.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa: 368 ss.
- LEBEDEVA N.V. 1997. *Accumulation of heavy metals by birds in the southwest of Russia*. Russ. Jour. of Ecol. 28(1): 41-46.
- MISZTAŁ M., LIGEŻA S. 1995. *Wpływ odczynu, wilgotności i czasu inkubacji na rozpuszczalność metali ciężkich w glebie zanieczyszczonej przez hutę cynku*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 465-472.
- MISZTAŁ M., LIGEŻA S. 1996. *Wpływ odczynu i wilgotności gleby zanieczyszczonej przez hutę cynku na zawartość metali ciężkich w roztworze glebowym*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 434: 879-883.
- PEREZ X.L.O. 1998. *Effects of nesting yellow-legged gulls (Larus cachinnans pallas) on the heavy metal content of soils in the Cies Islands (Galicia, North-West Spain)*. Marine Pollut.-Bull. 36(4): 267-272.
- SEPULVEDA M.S., FREDERICK P.C., SPALDING M.G., WILLIAMS G.E. JR. 1999. *Mercury contamination in free-ranging great egret nestlings (Ardea albus) from southern Florida, USA*. Environ. Toxicol. and Chem. 18(5): 985-992.
- SMAL H. 1999. *Właściwości chemiczne roztworów glebowych gleb lekkich i ich zmiany pod wpływem zakwaszenia*. Rozprawy Naukowe AR w Lublinie (230). Wydawnictwo AR Lublin: 108 ss.
- ŚWIERGOSZ R. 1998. *Mercury accumulation in the muscles and feathers of pheasants, Phasianus colchicus (L. 1758)*. Biometals 11(2): 139-143.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, ptaki, gleba, roztwór glebowy

Streszczenie

Badano zawartość Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni w glebach i roztworach glebowych z terenów zasiedlonych przez ptaki. Stwierdzono wyraźne wzbogacenie tych gleb w badane metale ciężkie w porównaniu do materiału kontrolnego. Wyjątek stanowił Ni, który nie wykazywał wyraźnych prawidłowości w rozkładzie stężeń i w wielu przypadkach występował w ilościach śladowych. Formy wodorozpuszczalne metali (zawarte w roztworze glebowym) występowały w niewielkich ilościach,

często na granicy wykrywalności. Do roztworów przechodziło najwięcej cynku oraz miedzi.

CONCENTRATION OF SELECTED HEAVY METAL FORMS IN SOILS ON THE AREAS OF BIRD NESTLING HABITATS

*Sławomir Ligęza*¹, *Modest Misztal*², *Halina Smal*¹

¹ Institute of Soil Science and Environment Management,
Agricultural University, Lublin

² Chair of Hydrobiology and Ichthyobiology,
Agricultural University, Lublin

Key words: heavy metals, birds, soil, soil solution, nestling area

Summary

The concentrations of Cu, Zn, Cd, Pb, Cr, Ni in the soils affected by birds nestling and in the soil solutions were investigated. It was stated that the birds introduce the heavy metals into soils and rising distinctly their concentrations. Water soluble metal forms – contained in soil solution – occurred at very low concentration often in trace quantities. Most susceptible to the process of dissolution were Zn and Cu.

Dr Sławomir Ligęza

Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego

Akademia Rolnicza

ul. Leszczyńskiego 7

20-069 LUBLIN

e-mail: slawekl@consus.ar.lublin.pl