

METALE CIĘŻKIE W GLEBACH WYBRANYCH KRAJOBRAZÓW GEOCHEMICZNYCH KAMPINOSKIEGO PARKU NARODOWEGO JAKO WSKAŹNIK ANTROPOGENIZACJI ŚRODOWISKA

Danuta Czępińska-Kamińska, Elżbieta Janowska

Katedra Nauk o Środowisku Glebowym,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Kampinoski Park Narodowy (KPN) został ostatnio włączony do międzynarodowej sieci Rezerwatów Biosfery ze względu na wyjątkowe walory przyrodnicze. Wszechstronne rozpoznanie środowiska tego Parku jest bardzo ważne dla uchwycenia zagrożeń i zapobiegania niekorzystnym zmianom wpływającym na dalszy rozwój jego biosfery.

W niniejszych badaniach starano się ocenić, czy poziom zawartości metali ciężkich w glebach KPN wskazuje na antropogenizację środowiska, czy też jest to nagromadzenie wynikające z działania przyczyn naturalnych. Metale ciężkie mogą być wskaźnikiem stopnia antropogenizacji środowiska, kiedy ich zawartość przekracza wartości tła geochemicznego dla skał, z których wytworzyły się gleby. Prezentowana praca jest fragmentem szerszych badań prowadzonych w ramach projektów KBN nr 4S 40108804 i 6PO4G 05612.

Zakres i metodyka badań

Analizowano zawartość i rozmieszczenie metali ciężkich w 19 profilach gleb, rozmieszczonych w różnych rejonach Kampinoskiego Parku Narodowego, reprezentujących krajobrazy – wydmy i aluwialny [KONECKA-BETLEY i in. 1994b]. Zawartość metali ciężkich we wszystkich wyróżnionych poziomach genetycznych oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) w wyciągach 20% HCl po uprzednim wyprażeniu prób gleb w temperaturze ok. 500°C. Badania wykonano trzykrotnie (w latach 1991, 1994 i 1997). Ze względu na niewielką dynamikę przedstawiono wyniki dla przykładowych profili z 1997 r.

Do interpretacji zagadnień niniejszego opracowania wykorzystano wyniki badań właściwości fizykochemicznych gleb zamieszczone w pracy KONECKIEJ-BETLEY i in. [1994a]. Otrzymane wyniki porównano z granicznymi zawartościami metali ciężkich dla gleb użytkowanych rolniczo [KABATA-PENDIAS i in. 1993], ponieważ brak jest jeszcze takich liczb dla gleb leśnych.

Teren badań i typologia gleb

Puszcza Kampinoska położona jest w Kotlinie Warszawskiej w obrębie pradolina Wisły wypełnionej przez utwory akumulacyjne, na których uformowały się dwie odmiany krajobrazów geochemicznych [KONECKA-BETLEY 1994]. Krajobraz wydmy związany jest z osadami eolicznymi tarasu otwockiego o uziarnieniu piasków słabo gliniastych i luźnych. Krajobraz bagienny obejmuje tarasy młodsze zbudowane z warstwowanych aluwii o uziarnieniu piasków gliniastych i gliniastych pylastych, sporadycznie nawet glin lekkich pylastych, podścielonych piaskami luźnymi [KONECKA-BETLEY i in. 1994a].

Na pasach wydmych z przemysłowym typem gospodarki wodnej występują gleby rdzawe właściwe, rdzawe bielcowane i bielice. W krajobrazie depresyjnym, gdzie panuje przemysłowo-podsiąkowy, a okresowo w niektórych miejscach podsiąkowy typ stosunków wodnych, pokrywa glebowa jest bardziej zróżnicowana. Występują tu czarne ziemie zdegradowane (szare), czarne ziemie murszaste oraz gleby gruntowo-glejowe właściwe, torfowo-murszowe, namurszowe, murszaste i mady rzeczne.

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość manganu w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb wahała się w szerokich granicach od ok. 4 do 2350 mg·kg⁻¹ gleby (tab. 1). Większe ilości manganu (50–920 mg·kg⁻¹ gleby) wystąpiły w poziomach ektopróchnicznych (Ol, Ofh, Od), niektórych endopróchnicznych (A) oraz murszowatych (AM). W madzie (prof. Wilków), która w porównaniu z innymi glebami, zawierała więcej części ilastych i żelaza oraz kongrecji żelazistych zawartość manganu przekroczyła graniczny zakres 1500–2000 mg·kg⁻¹ gleby [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Poziomy mineralne, a szczególnie skały macierzyste gleb, były bardzo ubogie w ten składnik.

Kolejne metale – cynk, ołów i w mniejszym stopniu miedź wykazywały podobne rozmieszczenie w profilach gleb jak omówiony wyżej mangan. Zawartość cynku w poszczególnych poziomach gleb zawierała się w granicach od 0,8 do 155 mg·kg⁻¹ gleby, ołowiu od 0,4 do 67,5 mg·kg⁻¹ gleby i miedzi od 0,2 do 22 mg·kg⁻¹ gleby. Skały macierzyste badanych gleb zarówno w pasach wydmych jak i aluwialnych były ubogie w cynk (do 2,4 mg·kg⁻¹ gleby), ołów (0,4 do 9 mg·kg⁻¹ gleby) i miedź (0,2 do 2,8 mg·kg⁻¹ gleby). Wzbogacenie poziomów ektopróchnicznych w cynk w porównaniu do jego zawartości w skale macierzystej było od 7 do ponad 30-krotne, a poziomów mineralnych 2–3-krotne. Mineralne poziomy zawierały ilości naturalne Zn, a tylko w trzech przypadkach w poziomach organicznych stwierdzono podwyższoną zawartość. Wzbogacenie poziomów ekto- i endopróchnicznych oraz torfowych i murszowych w miedź i ołów w stosunku do skał macierzystych było 3 do 11-krotne. W podpoziomach ściółek gleb krajobrazu wydmy (profile – Dąb Kobendzy, Palmiry i Dąbrowa Stara) zawartość Pb przekroczyła 40 mg·kg⁻¹ gleby, co według KABATY-PENDIAS i in. [1993] mieści się w granicach zawartości naturalnej, podobnie jak w przypadku miedzi, natomiast według KONECKIEJ-BETLEY i in. [1999] jest to już zawartość podwyższona.

Tabela 1; Table 1

Zawartość mikroelementów w profilach wybranych gleb
The content of microelements in profiles of selected soils

Poziom genetyczny Genetic horizon	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Co
	mg·kg ⁻¹ gleby; soil						
1	2	3	4	5	6	7	8
Krajobraz wydmyowy; Dune landscape							
Dąb Kobendzy Gleba rdzawa właściwa; Proper rusty soil							
Ol	920,5	52,5	8,4	13,5	2,5	0,5	4,5
Ofh	902,0	45,0	10,0	41,0	4,0	1,5	4,0
A	21,6	8,0	4,8	20,4	3,6	2,0	3,2
Bv	12,8	7,2	2,4	12,0	3,2	1,2	4,0
C	35,2	2,4	2,0	7,2	2,4	1,6	3,6
Dąbrowa Stara Gleba bielcowo-rdzawa; Podzolized rusty soil							
OlF	227,5	27,5	7,6	42,0	3,5	1,0	4,0
Oh	36,0	39,5	8,0	67,5	3,5	1,0	4,5
AEes	37,6	4,8	7,2	17,6	1,6	1,6	2,4
BfeBv	26,0	9,2	5,2	9,6	2,0	2,0	2,4
Bv	17,2	4,0	3,6	8,8	2,0	1,2	2,8
C	17,2	1,6	2,8	9,2	2,4	1,6	2,8
Palmiry Bielica; Podzol							
OlF	92,5	31,0	7,0	28,5	3,0	1,5	4,0
Ofh:Oh	22,5	35,5	7,8	61,0	3,5	1,5	4,0
AEes	5,2	2,8	1,6	8,8	1,8	0,8	1,4
Bhfe	4,0	2,8	2,2	5,6	2,4	1,2	1,8
Bfe	4,8	3,0	2,0	3,4	2,8	1,2	2,2
Cgg	3,6	1,6	1,0	1,6	2,6	0,8	1,6
Krajobraz aluwialny; Alluvial landscape							
Ławy Czarna ziemia zdegradowana; Degraded black soil							
Od	363,0	39,5	7,5	20,5	3,0	1,0	4,5
A	15,2	6,0	9,6	16,8	2,0	1,6	3,6
A	27,2	6,4	7,2	16,0	2,4	2,0	3,6
BbrC	32,2	3,2	1,2	11,6	2,4	3,2	3,6
Cgg	9,2	2,0	2,0	5,2	1,6	1,6	2,8
Niepust Czarna ziemia murszasta; Mucky black earth							
Od	611,0	44,5	7,2	14,5	3,5	1,0	4,5
A	215,6	29,4	8,8	24,8	7,4	4,8	4,6
ACgg	92,2	3,6	2,8	3,6	3,8	3,8	3,6
Clgg	22,0	2,2	2,2	3,4	2,4	1,2	2,4
C2gg	12,0	1,4	0,8	2,4	2,2	0,8	2,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Dąbrowa Nowa Gleba gruntowo-glejowa; Proper gley soil							
Od	237,0	16,5	2,7	18,0	3,0	1,5	4,0
A	402,4	14,0	15,2	18,4	6,0	5,2	5,2
G1	341,6	7,2	5,6	7,2	6,8	4,8	6,4
G2	92,0	2,4	1,2	4,0	2,4	1,6	3,2
Opaleń Gleba namurszowa; Mucky-muck soil							
Oi	347,0	73,5	8,4	18,0	3,5	1,5	4,5
AM	91,2	12,8	11,6	18,4	3,6	2,8	4,0
AM	147,2	25,2	12,4	20,4	3,6	2,4	4,0
Dgg	21,2	4,0	1,6	19,2	2,0	2,8	3,2
Myszory Gleba murszasta; Mineral-mucky soil							
Od	50,5	12,5	2,3	10,0	2,0	1,0	3,5
Ae	32,4	7,2	8,0	16,8	2,8	4,0	4,0
ACgg	5,6	1,6	0,8	8,0	2,0	1,6	2,8
Cgg	4,8	1,6	1,6	6,4	2,4	1,6	2,8
Wilków Mada rzeczna; River alluvial soil							
Od	475,5	30,5	4,2	25,5	5,9	2,0	6,0
A	1580,0	40,8	3,9	28,0	14,4	14,0	9,6
ABbr	2350,0	24,0	3,1	16,0	18,4	17,2	11,6
BbrC	2240,0	28,8	5,7	16,8	30,8	19,2	16,4
Cgg	80,4	28,8	6,0	24,4	20,8	21,0	15,2
IICgg	17,0	2,0	0,2	3,6	1,6	1,6	3,6

Kobalt występował w badanych glebach w małych ilościach od 1 do 16 mg·kg⁻¹ gleby. Najmniejsze zawartości odnosiły się do poziomów skał macierzystych (niezależnie od typu gleby), a największe do poziomów mady. Wzbogacenie poziomów glebowych w stosunku do skał macierzystych (C) było na ogół nieznaczne. Dopuszczalne zawartości 20–30 mg Co·kg⁻¹ gleby nie zostały przekroczone.

Ilości niklu zawierały się w granicach w od 1,6 do 48 mg·kg⁻¹ gleby. W większości gleb występowały wartości poniżej 4 mg Ni·kg⁻¹ gleby. Rozmieszczenie chromu w profilach gleb było podobne do rozmieszczenia niklu z tym, że zawartości (od 0,8 do 21 mg·kg⁻¹ gleby) w poszczególnych poziomach gleb były na ogół nieco mniejsze. Gleby wytworzone z piasków eolicznych i czarne ziemie zdegradowane zawierały mniej chromu niż pozostałe gleby krajobrazu aluwialnego. Większość badanych gleb charakteryzowała naturalna zawartość niklu i chromu, jedynie w przypadku mady (profil Wilków) była ona nieco większa i w przypadku niklu wchodziła w zakres podwyższonej zawartości. W odróżnieniu od innych badanych metali, nikiel i chrom nie nagromadziły się w poziomach ektopróchnicznych, lecz w poziomach endopróchnicznych i głębszych, co może świadczyć o migracji tych składników w głąb profilu, a także o słabszej akumulacji biologicznej.

Skały macierzyste badanych gleb były bardzo ubogie w metale ciężkie, a ich zawartości zbliżone były do dolnych wartości zakresu tła geochemicznego dla skał okrucowych [CZARNOŃSKA 1995]. W powierzchniowych poziomach gleb, zwłaszcza w ektopróchnicy, zawartość większości badanych metali ciężkich była znacznie

wyższa. Takie rozmieszczenie pierwiastków śladowych w glebach KPN jest związane z dopływem pyłów atmosferycznych zasobnych w te składniki [CHWOJKA, WAWRZONIAK 1993], a częściowo jest to rezultat akumulacji biologicznej [GWOREK 1982]. Obecna w wierzchnich poziomach substancja organiczna tworzy trwałe połączenie z omawianymi składnikami [JACKSON i in. 1978; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993; PRUSINKIEWICZ, POKOJSKA 1989]. Wiązanie z substancją organiczną zapobiega przemieszczeniu – zwłaszcza manganu, miedzi, cynku i ołowiu oraz w pewnym stopniu kobaltu w głąb profilów i do wód gruntowych, przez co wyłącza je z obiegu geochemicznego. Nie można jednak wykluczyć, że przy stałym dopływie zanieczyszczeń nastąpi wzbogacenie górnych poziomów gleb w metale i nagromadzą się ilości szkodliwe dla funkcjonowania organizmów glebowych, wzrostu roślin i innych ogniw łańcucha pokarmowego [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. Powyższe prawidłowości potwierdzają wyniki badań spotykane w literaturze [MUCHA i in. 1976; MUCHA 1979; CZARNOWSKA i in. 1983].

Wieloletnie badania prowadzone w Puszczy Kampinoskiej [KONECKA-BETLEY i in. 1994a, 1999] wykazały, że jest to teren niezanieczyszczony metalami ciężkimi. Odnotowane podwyższone zawartości niektórych metali występowały okresowo i były ograniczone do niewielkich obszarów, związanych głównie z lokalnym ruchem samochodowym i zabudową mieszkaniową oraz wpływem zakładów przemysłowych i usługowych. W chwili obecnej nie stanowią zagrożenia ekologicznego, niemniej są to sygnały, że należy ograniczać wszelkie możliwe niekorzystne wpływy.

Na podstawie przeprowadzonych badań widać, że ektopróchnice gleb leśnych są czułym wskaźnikiem lokalnych, czasem znacznych, ale przejściowych zmian. Wieloletnie badania są konieczne dla uchwycenia ogólnego trendu przemian środowiska.

Wnioski

1. Skąły macierzyste i mineralne poziomy gleb Puszczy Kampinoskiej charakteryzowały się bardzo małymi zawartościami badanych metali ciężkich, niezależnie od występowania w krajobrazie, przy tym były to wartości naturalne, charakterystyczne dla terenów niezanieczyszczonych.
2. Mangan, cynk, ołów i w mniejszym stopniu miedź i kobalt nagromadziły się w poziomach ekto- i endopróchnicznych; zawartość ich zmniejszała się z głębokością profilu. Takie rozmieszczenie jest wynikiem nakładania się procesu akumulacji biologicznej i dopływu zanieczyszczeń antropogenicznych.
3. Nikiel i chrom nie gromadziły się w ektopróchnicy, były natomiast prawdopodobnie przemieszczane w głąb gleby.
4. Występujące podwyższone zawartości niektórych metali miały charakter lokalny i dotyczyły pojedynczych poziomów genetycznych badanych gleb.

Literatura

CHWOJKA M., WAWRZONIAK J. 1993. *Charakterystyka składu chemicznego depozytu pyłu na terenach leśnych*. Monitoring Środowiska Leśnego, IBL, Warszawa: 1–63.

- CZARNOWSKA K. 1995. *Metale ciężkie w skałach osadowych okruchowych jako punkt odniesienia zanieczyszczenia gleb*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 87–90.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., KOZANECKA T. 1983. *Zawartość metali ciężkich w glebach i mchu Kampinoskiego Parku Narodowego*, w: *Wpływ działalności człowieka na środowisko glebowe w Kampinoskim Parku Narodowym*. Wyd. SGGW-AR: 123–137.
- GWOREK B. 1982. *Pierwiastki śladowe (Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb i Cd) w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwalowych i utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski*. Maszynopis pracy doktorskiej, SGGW-AR Warszawa: 1–126.
- JACKSON P.D., SELVIDGE J.W., AUSMUS S.B. 1978. *Behaviour of heavy metals in forest microcosmos P. 1. Transport and distribution among components*. Water, Air, Soil Pollut. 10(1): 3–11.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK J., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. IUNG, Puławy: 1–20.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa: 364 ss.
- KONECKA-BETLEY K. 1994. *Późnoplejstoceńskie i holocenijskie osady eoliczne i aluwialne Kampinoskiego Parku Narodowego*, w: *Prognozowanie przemian właściwości chemicznych gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego*. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 9–16.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1994a. *Właściwości fizykochemiczne gleb w Kampinoskim Parku Narodowym (stan na rok 1991)*, w: *Prognozowanie przemian właściwości chemicznych gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego*. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 17–70.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1994b. *Założenia metodyczne i metody analizy gleb i roślin*, w: *Prognozowanie przemian właściwości chemicznych gleb Kampinoskiego Parku Narodowego na tle innych komponentów środowiska przyrodniczego*. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa: 131–133.
- KONECKA-BETLEY K., CZĘPIŃSKA-KAMIŃSKA D., JANOWSKA E. 1999. *Przemiany pokrywy glebowej w Kampinoskim Parku Narodowym (1991–1994)*. Roczn. Glebozn. 50(4): 5–29.
- MUCHA W. 1979. *Mikroelementy w substancji organicznej gleb leśnych*. Mat. konf. pt. „Próchnica gleb leśnych”. 29–30 V 1979, PTG, Warszawa-Toruń: 13–20.
- MUCHA W., SIENKIEWICZ A., SZYMAŃSKA M. 1976. *Występowanie niektórych mikroelementów w różnych poziomach leśnych gleb bielicówych*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 179: 407–412.
- PRUSINKIEWICZ Z., POKOJSKA U. 1989. *Wpływ emisji przemysłowych na gleby*, w: *Życie drzew w skażonym środowisku*. Białobok S. (red) PWN, Warszawa.

Słowa kluczowe: mikroelementy, gleby leśne, parki narodowe

Streszczenie

Prezentowane wyniki są fragmentem szerszych badań prowadzonych na obszarze Puszczy Kampinoskiej w ramach projektów KBN nr 4S 40108804 i 6PO4G 05612. Analizowano zawartość i rozmieszczenie metali ciężkich w profilach gleb rozmieszczonych w różnych rejonach Kampinoskiego Parku Narodowego, reprezentujących dwie odmiany krajobrazów – wydmy i aluwialny. Zawartość metali ciężkich we wszystkich wyróżnionych poziomach genetycznych oznaczono w wyciągach 20% HCl metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA), po uprzednim wyprażeniu gleb w temperaturze około 500°C. Stwierdzono następujące zawartości badanych metali w mg·kg⁻¹ gleby: Mn od 4 do 2350; Zn od 0,8 do 155; Pb od 0,4 do 67,5; Cu od 0,2 do 22; Co od 0,5 do 12; Ni od 1,6 do 48 i Cr od 0,8 do 88. Materiał macierzysty badanych gleb był bardzo ubogi w metale ciężkie. Zawartości tych składników były zbliżone do dolnych wartości zakresu tła geochemicznego dla skał osadowych. Poziomy próchniczne, zwłaszcza ektopróchniczne i organiczne poziomy gleb hydrogeniczných były znacznie bogatsze. Wzbogacenie to jest wynikiem dwu nakładających się procesów – biologicznej akumulacji i dopływu zanieczyszczeń atmosferycznych. W ogromnej większości przypadków wystąpiły zawartości metali ciężkich określane jako naturalne, a tylko w trzech glebach stwierdzono podwyższoną zawartość cynku. Pojedyncze poziomy niektórych gleb były słabo zanieczyszczone nikiem.

HEAVY METALS IN SOILS OF SELECTED GEOCHEMICAL LANDSCAPES OF KAMPINOSKI NATIONAL PARK AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENT ANTROPOGENIZATION

Danuta Czepińska-Kamińska, Elżbieta Janowska
Department of Soil Environment Sciences,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: mikroelements, forest soils, National Parks

Summary

Presented paper is part of more extensive study carried out on the area of the Kampinoski National Park (KNP) under Grants 4S 40108804 and 6PO4G 05612 supported by the Committee of Scientific Research. The concentration and distribution of heavy metals were studied in 19 soil profiles localized in different parts of the KPN and representing both dune and boggy – depression (alluvial) landscapes. The content of heavy metals in all the genetic horizons identified was determined in 20% HCl extracts according to the ASA method.

Investigated soils contain following amounts of heavy metals (mg·kg⁻¹ soil): Mn from 4 to 2350.0, Cu from 0.2 to 22, Zn from 0.8 to 155, Pb from 0.4 to 67.5, Co from 0.5 to 12.0, Ni from 1.6 to 48 and Cr from 0.8 to 88. The bed rocks of studied soils are all very poor in heavy metals. Their contents are close to the lower limits of geochemical background for the clastic rocks. Their content in the superficial horizons of the soil profile and particularly in ectohumus is, however, significantly higher comparing to the geochemical background. Such

a pattern of trace element distribution in the soils of KNP is connected with the inflow of atmospheric pollutants and partially it results from natural process of biological accumulation. It was found out that in a large majority of individual cases the studied soils showed natural concentration of heavy metals. Only in three soils a raised concentration of zinc was stated in ectohumus, and in rare cases some horizons were slightly contaminated with nickel.

Dr hab. Danuta **Czepińska-Kamińska**, prof. SGGW
Katedra Nauk o Środowisku Glebowym
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Rakowiecka 26/30
02-528 WARSZAWA
e-mail: Czepinska@delta.sggw.waw.pl