

ZAWARTOŚCI Pb, Cu i Zn W GLEBACH OTULINY
ROZTOCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO
I TERENÓW PRODUKCYJNYCH DO NIEJ PRZYLEGLYCH

Barbara Skwaryło-Bednarz

Wydział Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Szczepieszka 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie zawartości ogólnej Pb, Zn i Cu w profilach gleb lekkich należących do typu gleb rdzawych położonych na terenie otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego i terenów produkcyjnych do niej przyległych. Badane gleby charakteryzowały się naturalną zawartością Pb, Zn i Cu. Pomimo tego otrzymane wyniki badań świadczą o nagromadzeniu analizowanych metali w poziomach wierzchnich (Ap) w odniesieniu do poziomów skał macierzystych (C). Wyższą względną koncentracją (%) ołowiu, cynku i miedzi w poziomach Ap charakteryzowały się gleby terenów produkcyjnych w porównaniu do gleb terenów otuliny. Stwierdzono, iż zawartość ogólnych form metali ciężkich w analizowanych glebach była istotnie skorelowana z właściwościami chemicznymi, w tym odczynem, zawartością węgla organicznego i pojemnością sorpcyjną.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, gleby lekkie, otulina parku, tereny produkcyjne, Roztoczański Park Narodowy

WSTĘP

Roztoczański Park Narodowy położony jest w obrębie Roztocza Środkowego, w województwie lubelskim. Utworzono go w celu zachowania różnorodności biologicznej, zasobów, tworów i składników przyrody nieożywionej oraz walorów krajobrazowych. Jego powstanie miało na celu przywrócenie właściwego stanu zasobów i składników przyrody oraz odtworzenia zniekształconych siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk roślin, zwierząt lub grzybów (Dz.U. Nr 92, poz. 880 z dnia 16 IV 2004 r.). Wypełnienie tego zadania ułatwia utworzona wokół Parku strefa ochronna czyli otulina. Jest ona pomostem pomiędzy osobliwymi enklawami przyrody a terenami produkcyjnymi na których prowadzona jest zwykle intensywne działalność rolnicza (Izdebski i in. 1992).

Teren Parku wraz z jego otuliną podobnie jak niemal całe Roztocze odznacza się bardzo urozmaiconą typologią gleb. Do dominujących należą gleby lekkie (Izdebski i in. 1992, Wilgat 1994). Gleby te z natury są bardziej kwaśne i łatwo podlegają zakwaszeniu. Ta ich właściwość sprzyja uruchomianiu i pobieraniu metali ciężkich przez rośliny (Miształ i in. 1996).

Celem podjętych badań było określenie poziomu zawartości ogólnej Pb, Zn i Cu w glebach lekkich otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego oraz terenów produkcyjnych do niej przyległych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na glebach rdzawych wytworzonych z piasków luźnych i słabogliniastych położonych w południowej i południowo-zachodniej części otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego i terenów produkcyjnych do niej przyległych. Próbkę do analiz pobierano z całych profili (z poziomów Ap, Bv i C), po 9 z pól uprawnych położonych na terenie otuliny i poza jej obszarem. Badania połowe przeprowadzono na gruntach ornych pod uprawami ziemniaka.

Próby glebowe zostały poddane analizom metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie. Oznaczono: zawartość C organicznego ogółem metodą Tiurina w modyfikacji Simakowa, pH w H₂O i w 1 mol·dm⁻³ KCl potencjometrycznie, całkowitą pojemność sorpcyjną gleby (T) wg wzoru $T = Hh + S$, całkowitą zawartość Pb, Zn, Cu w wyciągu HClO₄ i HNO₃, metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA).

WYNIKI

Badane gleby rdzawe otuliny Roztoczańskiego Parku Narodowego w całym profilu wykazywały odczyn bardzo kwaśny bądź kwaśny (tab. 1). Wartość pH_{KCl} (średnia z logarytmu) w poziomach Ap wahała się w granicach od 4,3-5,3 natomiast w poziomach Bv i C odpowiednio: 4,8-5,1 i 4,7-5,1. Generalnie poziomy Ap gleb otuliny odznaczały się niższymi wartościami pH_{KCl} niż gleb położonych na terenach produkcyjnych. Analizowane gleby lekkie położone poza obszarem otuliny posiadały odczyn od obojętnego poprzez lekko kwaśny do kwaśnego. Poziomy Ap tych gleb były o około 40% bogatsze w węgiel organiczny w porównaniu do gleb otuliny. Charakteryzowały się również wyższą (o około 30%) średnią wartością pojemności sorpcyjnej niż gleby położone w najbliższym sąsiedztwie Parku. Wartość pojemności sorpcyjnej wszystkich badanych gleb malała wraz z głębokością analizowanych profili glebowych.

Z pionowego rozmieszczenia ołowiu w analizowanych profilach glebowych wynika, iż metal ten gromadzi się w poziomach wierzchnich. W przypadku gleb

otuliny Parku wzbogacenie poziomów Ap w stosunku do C wynosiło 474,6%, natomiast dla gleb terenów produkcyjnych wynosiło 500% (tab. 2). Pomimo tak dużego wzbogacenia poziomów próchnicznych w stosunku do skały macierzystej notowane ilości ołowiu w badanych glebach należały do zawartości naturalnej. Kabata-Pendias (1993) podaje, iż wartość ta dla gleb Polski wynosi $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Identyczna wartość naturalnej zawartości ołowiu podawana jest przez rygorystyczne normy opracowane dla gleb terenów chronionych (Dz.U. Nr 165, poz. 1359 z dnia 4 X 2002 r.). Baran (2000) podaje, iż naturalna zawartość ołowiu w glebach powinna być uzależniona od ich rodzaju i właściwości. I tak dla gleb lekkich bardzo kwaśnych i kwaśnych wynosi ona $30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ a dla gleb kwaśnych o odczynie obojętnym $50 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Również na podstawie tego kryterium można wnioskować, iż badane gleby otuliny Parku oraz terenów produkcyjnych charakteryzują się naturalną zawartością ołowiu.

Tabela 1. Podstawowe właściwości chemiczne badanych gleb – zakres i wartości średnie
Table 1. Basic chemical properties of investigated soils – range and mean values

Poziom Horizon	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	Corg. Org. C (%)	Pojemność sorpcyjna Soil absorbing capacity (T) ($\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$)
Gleby otuliny – Soils of protected zone				
Ap	5,4*	5,1*	1,25**	5,12**
	4,6-5,6***	4,3-5,3***	0,82-1,32***	4,75-5,25***
Bv	5,1*	4,9*	0,15**	3,35**
	5,0-5,7***	4,8-5,1***	0,11-0,18***	3,22-3,47***
C	5,1*	4,9*		2,10**
	4,9-5,4***	4,7-5,1***		1,98-2,12***
Gleby terenów produkcyjnych – Soils of production areas				
Ap	6,3*	6,0*	2,06**	7,32**
	6,1-7,0***	5,9-6,5***	1,92-2,15***	6,75-7,45***
Bv	5,6*	5,3*	0,22**	3,87**
	5,1-6,2***	5,0-5,8***	0,15-0,27***	3,31-4,12***
C	5,0*	4,8*		2,86**
	4,9-5,2***	4,6-5,1***		2,65-3,24***

* – wartości z logarytmu – value with logarithm, ** – wartości średnie – mean values, *** – zakres zmian – range of changes.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w badanych glebach – wartości średnie
Table 2. Content of heavy metals in the investigated soils – mean values

Poziom Horizon	Pb (mg·kg ⁻¹)	* (%)	Zn (mg·kg ⁻¹)	* (%)	Cu (mg·kg ⁻¹)	* (%)
Gleby otuliny – Soils of protected zone						
Ap	29,9	474,6	28,6	238,3	5,0	131,6
Bv	19,5	309,5	15,7	130,8	3,8	100
C	6,3	100	12,0	100	3,8	100
Gleby terenów produkcyjnych – Soils of production areas						
Ap	27,5	500,0	37,1	337,3	5,9	184,4
Bv	16,9	307,2	16,9	153,6	3,3	103,1
C	5,5	100	11,0	100	3,2	100

*– wzbogacenie poziomów genetycznych w stosunku do skały macierzystej – C (%) – enrichment of genetic levels as compared to parent rock – C (%).

Średnia ilość miedzi ogólnej w badanych glebach mieściła się w przedziale od 3,2 do 5,9 mg·kg⁻¹ (tab. 2). Jest to zawartość naturalna a zarazem charakterystyczna dla tego typu gleb (Terelak i in. 1995). Ilość miedzi w glebach otuliny jest znacznie poniżej norm zawartości naturalnej tego pierwiastka dla terenów objętych ochroną (Dz.U. Nr 165, poz. 1359 z dnia 4 X 2002r.). Z tabeli 2 wynika, iż poziom Ap wszystkich badanych gleb zawierały więcej miedzi niż poziom głębsze. Przeprowadzone badania wskazują na niewielką tendencję wzrostu zawartości tego pierwiastka w poziomach wierzchnich w odniesieniu do skały macierzystej gleb terenów produkcyjnych. Wzbogacenie poziomów próchnicznych w odniesieniu do skały macierzystej dla tych gleb wynosiło 184,4% i było wyższe o ponad 50% od gleb otuliny (tab.2). Potwierdzają to badania wielu autorów (Cieśla i in. 1994, Kaniuczak i in. 1996). Sądzą oni, iż gleby intensywnie użytkowane rolniczo charakteryzują się zwykle wyższą kumulacją miedzi w poziomach próchnicznych w odniesieniu do skał macierzystych.

Zawartość ogólna cynku w glebach rdzawych otuliny RPN i terenów produkcyjnych była porównywalna do wartości gleb, które nie są zanieczyszczone tym pierwiastkiem (Baran 2000, Bieniek 2005, Borowiec in 1980, Czarnowska 1996, Gambuś 1994, Kabata-Pendias 1993). Pomimo tego w glebach otuliny i terenów produkcyjnych stwierdzono wzbogacenie w cynk ogólny poziomów Ap w stosunku do poziomów skały macierzystej (C). Zdecydowanie wyższe wzbogacenie poziomów Ap w stosunku do C w cynk ogólny zanotowano dla gleb terenów produkcyjnych. Wynosiło ono 337,3% i było wyższe o około 100% niż gleb otuliny. Uzyskane wyniki są zbieżne z badaniami Chojnickiego i in. (1993). Wynika

z nich, iż gleby intensywnie użytkowane rolniczo charakteryzują się wyższą zawartością cynku niż gleby użytkowane ekstensywnie.

Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała wiele istotnych zależności między ogólną zawartością Pb, Cu i Zn a właściwościami chemicznymi badanych gleb niezależnie od ich usytuowania (tab. 3). Zawartość badanych metali ciężkich istotnie dodatnio korelowała z pH_{H_2O} , pH_{KCl} , węglem organicznym oraz pojemnością sorpcyjną.

Wyniki zawartości ogólnej Pb, Cu i Zn w badanych glebach mieszczą się w granicach naturalnej ich zawartości. Nie oznacza to jednak, że uzyskana ilość całkowita badanych metali ciężkich jest bezpieczna dla środowiska glebowego jako ośrodka życia roślin i zwierząt. Istotne znaczenie mają formy przyswajalne pierwiastków z których mogą korzystać rośliny. Misztal i in. (1996) sugerują, iż w takich warunkach znaczne ilości metali ciężkich mogą znajdować się w roztworze glebowym i być łatwo pobierane przez korzenie roślin.

Z badań wielu autorów wynika, iż to zawartość materii organicznej w glebie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na odporność gleb na zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Mercik i Kubik 1995). Terelak i in. (1997) podkreślają, iż oprócz niskiej zawartości próchnicy w glebie duże znaczenie w nadmiernym uruchamianiu i pobieraniu metali ciężkich przez rośliny odgrywa kwaśny odczyn, słabe zdolności sorpcyjne i buforujące gleb. Takimi właściwościami chemicznymi zapewne charakteryzują się gleby lekkie, w tym również analizowane w niniejszej pracy.

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością całkowitą Pb, Zn i Cu a badanymi właściwościami chemicznymi gleb, * $p = 0,01$

Table 3. Correlation coefficients between total content of Pb, Zn and Cu and basic chemical properties of investigated soils, * $p = 0.01$

Gleby otuliny – Soils of protected zone				
	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Corg. – Org. C	T
Pb	0,841*	0,841*	0,889*	0,989*
Zn	0,977*	0,977*	0,993*	0,978*
Cu	0,999*	0,999*	0,995*	0,988*
Gleby terenów produkcyjnych – Soils of industrial areas				
	pH_{H_2O}	pH_{KCl}	Corg. – Org. C	T
Pb	0,998*	0,993*	0,907*	0,980*
Zn	0,966*	0,978*	0,994*	0,992*
Cu	0,902*	0,923*	0,997*	0,953*

WNIOSKI

1. Notowane ilości ogólnych form ołowiu, cynku i miedzi w glebach obszaru badań (terenu otuliny i terenów produkcyjnych) należą do zawartości naturalnych.

2. Poziomy próchniczne badanych gleb charakteryzowały się wyższą zawartością ołowiu, cynku i miedzi niż głębiej położone. Pomimo tego zanotowano wyższą kumulację ołowiu, cynku i miedzi w poziomach wierzchnich gleb terenów produkcyjnych w porównaniu do gleb otuliny.

3. Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotne zależności pomiędzy ilością ogólną Pb, Cu i Zn a badanymi właściwościami chemicznymi gleb, w tym odczynem, węglem organicznym oraz pojemnością sorpcyjną.

PIŚMIENNICTWO

- Baran S., 2000. Ocena stanu degradacji i rekultywacji gleb. Wyd. AR, Lublin.
- Bieniek A., 2005. Zawartość metali ciężkich w glebach różnych form geomorfologicznych terenu okolic Olsztyna. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 505, 59-67.
- Borowiec J., Bartuzi J., Dudziak S., 1980. Akumulacja niektórych makro- i mikroelementów w glebach chmielników. Pam. Puł., 73, 167-182.
- Chojnicki J., Czarnowska K., 1994. Zmiany zawartości fosforu ogółem i rozpuszczalnego oraz Zn, Cu, Pb i Cd w glebach intensywnie użytkowanych rolniczo. Roczn. Gleb., 44, 3/4, 99-111.
- Cieśla W., Dąbkowska-Naskręt H., Borowska K., Małczyk P., Długosz J., Jaworska H., Kędzia W., Zalewski W. 1994. Pierwiastki śladowe w glebach wybranych obszarów Pomorza i Kujaw. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 414, 63-70.
- Czarnowska K., 1996. Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb. Roczn. Glebozn., 47 (Supl.), 43-50.
- Gambuś F., 1994. Miedź i cynk w koniczynie i glebach województwa krakowskiego. Mat VII Symp. "Mikroelementy w rolnictwie". Wyd. AR, Wrocław, 62-66.
- Izdebski K., Czarnecka B., Grądziel T., Lorens B., Popiołek Z., 1992. Zbiorowiska roślinne Roztoczańskiego Parku Narodowego na tle warunków siedliskowych. UMCS, Lublin, 243-253.
- Kabata-Pendias A., 1993. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa, 1-364.
- Kaniuczak J., Właśniewski S., Woźniak L., Hajduk E., 1996. Miedź w glebach i roślinach uprawnych Podgórze Rzeszowskiego. Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko”, 14, 87-91.
- Mercik S., Kubik I., 1995. Chelatownie metali ciężkich przez kwasy humusowe oraz wpływ torfu na pobieranie Zn, Pb i Cd przez rośliny. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 422, 19-29.
- Misztal M., Smal H., Wójcikowska-Kapusta A., 1996. Litosfera i jej ochrona. Wyd. AR w Lublinie.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 IX 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz.U. Nr 165, poz. 1359 z dnia 4 X 2002 r.
- Terelak H., Piotrowska M., Motowiecka-Terelak T., Stuczyński T., Budzyńska K., 1995. Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 418, 45-59.
- Terelak H., Stuczyński T., Motowiecka-Terelak T., Piotrowska M., 1997. Zawartość Cd, Cu, Ni, Pb, Zn i S w glebach woj. katowickiego i Polski. Archiwum Ochrony Środowiska, 3-4, 167-180, PAN, Wrocław.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. Dz.U. Nr 92, poz. 880 z dnia 16 IV 2004 r.
- Wilgat T., 1994. RPN. Wyd. RPN Zwierzyniec, 37-40, 206-221.

CONTENT OF Pb, Cu AND Zn IN SOILS OF PROTECTED ZONE
IN ROZTOCZE NATIONAL PARK AND ADJACENT PRODUCTION AREAS

Barbara Skwaryło-Bednarz

Agricultural Academy in Lublin, Faculty of Agricultural Sciences in Zamość
ul. Szczepkowska 102, 22-400 Zamość
e-mail: bskwarylo@wnr.edu.pl

Abstract. The aim of the study was to determine the total content of Pb, Zn, and Cu in light soil profiles that belong to rusty soils in the protected zone of the Roztocze National Park and adjacent production areas. The investigated soils had natural content of Pb, Zn, and Cu. In spite of that, the results revealed accumulation of the analysed metals in surface levels (Ap) as compared to parent rock levels (C). Higher concentration (%) of lead, zinc and copper in Ap levels was found in the soils in the production areas than in the soils in the protected zone. It was observed that the content of total forms of heavy metals in the analysed soils was significantly correlated with chemical properties, soil reaction, content of organic carbon, and soil absorbing capacity.

Keywords: heavy metals, light soils, protected zone, production areas, Roztocze National Park