

ZAWARTOŚĆ Zn, Cu, Cr W GLEBACH BIELICOWYCH
ROZTOCZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO PRZY
LINII HUTNICZO-SIARKOWEJ I DRODZE SZYBKIEGO RUCHU

Marzena Zawadzka, Mateusz Iwo Łukowski

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: mzawadzka81@gmail.com

Streszczenie. Badania przeprowadzono w Roztoczańskim Parku Narodowym na glebach bielcowych właściwych w celu określenia zawartości metali ciężkich przy Linii Hutniczo-Siarkowej [LHS] i przy drodze szybkiego ruchu [DSR]. Rejonem badań były dwa obwody ochronne w Parku: obwód 224 „Obroc” znajdujący się w zasięgu oddziaływania LHS i obwód 341 „Florianka” będący pod wpływem DSR. Próby do analiz pobrano z poziomów Ah i Bh, bez zachowania naturalnej struktury, z odległości 10 m i 50 m od LHS i DSR. W pobranych próbkach gleby oznaczono: skład granulometryczny, pH oraz zawartość metali ciężkich: cynku, miedzi i chromu. Badania dowodzą, że próby glebowe pobrane z obu obwodów charakteryzują się niską zawartością części spławianych i koloidalnych. Dominującą frakcją jest piasek. Analiza odczynu pokazała, że wszystkie badane gleby wykazały odczyn kwaśny. Zaobserwowano spadek zawartości badanych metali ciężkich wraz z rosnącą głębokością i odległością od Linii Hutniczo-Siarkowej i drogi szybkiego ruchu. Zawartość form ogólnych cynku, miedzi i chromu w badanych próbkach mieściła się w granicach naturalnej ich zawartości, a więc można przyjąć, że badane obszary nie są skażone wyżej wymienionymi metalami.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, pH, Roztoczański Park Narodowy, Linia Hutniczo-Siarkowa

WSTĘP

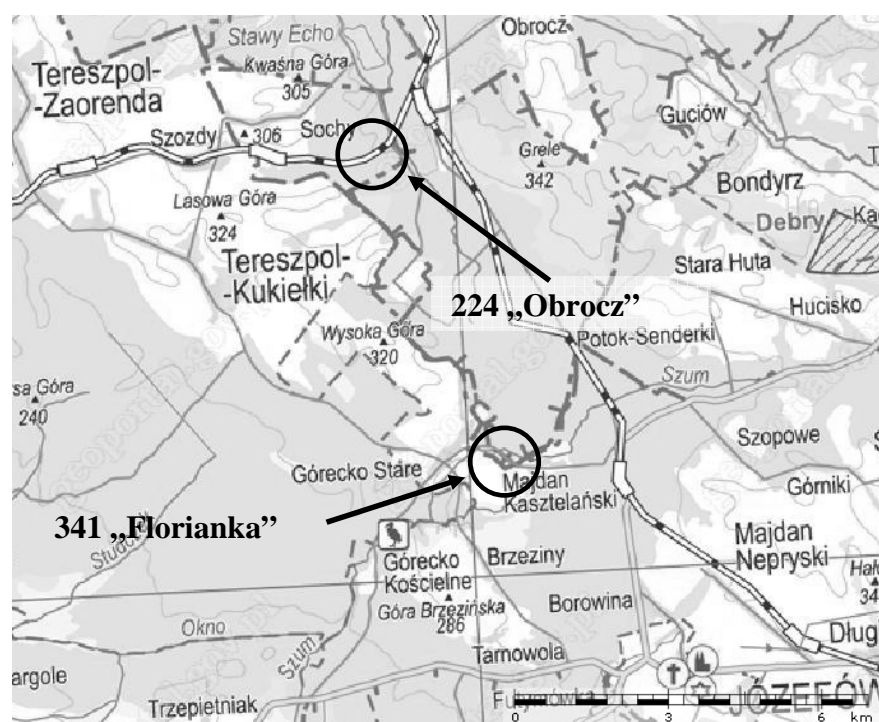
Roztoczański Park Narodowy położony jest w północo-zachodniej części Roztocza Środkowego. Rzeźba Roztocza Środkowego, w tym Parku, powstała na kanwie morfostrukturalnej, w wyniku procesów niszczących po ustąpieniu morza miocenińskiego. Rozwój głównych typów rzeźby, w tym padołów i kotlin, przypada na pliocen i starszy czwartorzęd. Dalszy rozwój rzeźby przypada na środkowy i młodszy czwartorzęd, gdzie w tym czasie rozwinęło się większość form akumu-

lacyjnych (Jahn 1956, Maruszczak 1972). Najważniejszym celem dla którego utworzono Park, jest ochrona zmierzająca do zachowania w stanie nienaruszonym części przyrody. Do najcenniejszych w Parku należą zbiorowiska leśne, które zajmują około 95% powierzchni Parku (Wilgat 1994). Do najważniejszych czynników antropogenicznych, zakłócających procesy biochemiczne zachodzące w glebie należy akumulacja metali ciężkich (Greszta i Panek 1989). Głównym czynnikiem wpływającym na stężenie metali ciężkich w roztworze glebowym jest odczyn gleby, od którego zależy mobilność metali. Intensywny rozwój środków transportu niesie za sobą wiele ujemnych skutków w postaci zagrożenia środowiska. Charakterystyczną cechą metali ciężkich jest długotrwałe ich oddziaływanie, ponieważ tylko w znikomym stopniu ulegają degradacji lub wypłukaniu (Oehme 1978). Metale ciężkie mogą ulegać przeobrażeniu w powietrzu atmosferycznym w trakcie ich transportu lub osadzania się na powierzchni gleby. Wpływają one na ekosystemy leśne lub oddziałują toksycznie, gdy źródło skażenia emituje je przez długi czas, a poziom akumulacji przekracza próg odporności gleb (Greszta i Panek 1989). Celem niniejszej pracy jest badanie zawartości metali ciężkich: cynku, miedzi i chromu w glebach bielcowych Roztoczańskiego Parku Narodowego przy Linii Hutniczo-Siarkowej [LHS] i przy drodze szybkiego ruchu [DSR].

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w 2005 roku na glebach bielcowych właściwych, zalegających w dużych kompleksach w części zachodniej, środkowej i południowej Parku (Uziak 1978) w zbiorowiskach leśnych położonych w południowej i centralno-zachodniej części Roztoczańskiego Parku Narodowego przy udziale roślinności borowej, boru mieszanego świeżego z przewagą sosny, świerka i jodły. Według Systematyki Gleb Polski (PTG) z 1989 roku gleby bielcowe należące do działu gleb autogenicznych, rzędu gleb bielicoziemnych powstały w warunkach klimatu chłodnego i wilgotnego ze skał ubogich w składniki zasadowe (Zawadzki 1999). Typologicznie gleby bielcowe na obszarze Parku wytworzone zostały z piasków luźnych i słabogliniastych. Można przypuszczać, iż genetycznie są to piaski rzeczne budujące terasę nadzalewową oraz deluwialne wypełniające dna suchych dolin. Tworzenie się tego typu gleb warunkuje ilość opadów z przewagą infiltracji nad parowaniem, łatwo przepuszczalna skała macierzysta i roślinność borowa. Gleby bielcowe i bielice łącznie z towarzyszącymi im glebami bielcowo-rdzawymi zajmują 45,47% powierzchni całego Parku (Zawadzka 2003). Przedmiotem badań były dwa obwody ochronne znajdujące się w obrębie Parku. Pierwszy obwód znajduje się w rejonie oddziaływania LHS, drugi obwód znajduje się w rejonie oddziaływania DSR.

Próby glebowe do badań pobrano z dwóch obwodów: 224 „Obroc” i 341 „Florianka” (rys.1), w obrębie których zalegały utwory plejstocenu dolnego i środkowego. Materiał glebowy z obwodu 224 „Obroc” pobrano z głębokości 0-3 cm i 40-50 cm, w odległości 10 m i 50 m na południe od LHS. Próby glebowe z obwodu 341 „Florianka” pobrano również z głębokości 0-3 cm i 40-50 cm i odległości 10 m i 50 m, na południe od DSR. Próby do analiz pobrano z poziomów Ah i Bh bez zachowania naturalnej struktury. Badane gleby pod względem uziarnienia reprezentują piaski luźne, a typologicznym – gleby bielicowe. Wyboru miejsc pod odkrywki dokonano w oparciu o mapę gospodarczo-przeładową typów i podtypów oraz gatunków gleb Roztoczańskiego Parku Narodowego w skali 1: 20 000.



Rys. 1. Punkty poboru prób glebowych (obwód 224 „Obroc” i 341 „Florianka”)
Fig. 1. The points where soil samples were taken (area 224 “Obroc” and 341 “Florianka”)

Przy przestrzennym doborze prób glebowych do badań zwrócono uwagę na zachowanie względnej jednorodności miejsca. Próby glebowe oznaczono metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie (Martyn i Skwaryło-Bednarz 2005):

1. Oznaczono skład granulometryczny metodą Cassagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Badane gleby pod względem uziarnienia reprezentują piaszki luźne.
2. Oznaczono pH_{KCl} materiału glebowego. Do oznaczenia pH_{KCl} próbki rozdrobniono mechanicznie w młynie do rozdrabniania gleby z sitem o średnicy oczek 2 mm. Do oznaczenia pH_{KCl} w próbach glebowych zastosowano metodę potencjometryczną z zachowaniem stosunku objętościowego gleba do KCl jak 1:5. Jako przyrząd pomiarowy zastosowano pH-metr ELMETRON.
3. Oznaczono skład chemiczny na zawartość metali ciężkich: Zn, Cu, Cr. Do oznaczenia metali, próby rozdrobniono mechanicznie w młynie agatowym o średnicy oczek mniejszej niż 2 mm. Następnie próby zostały zmineralizowane w mineralizatorze Tecator. Do oznaczenia Zn, Cu, Cr w glebach zastosowano metodę AAS/FAAS – metodę absorpcji atomowej z atomizacją w płomieniu. Przyrządem pomiarowym był spektrometr absorpcji atomowej PERKIN ELMER.

WYNIKI I DYSKUSJA

Gleby bielicowe w obwodzie 224 „Obroc” i 341 „Florianka” charakteryzują się niską zawartością części spławianych i koloidalnych (poniżej 5%). Dominującą frakcją jest piasek, którego zawartość sięga powyżej 92 % (tab. 1). Tak więc w obu badanych obwodach występuje gleba bielicowa właściwa.

Analiza odczynu pokazała, że wszystkie badane próby wykazały odczyn bardzo kwaśny bądź kwaśny. Wartości pH_{KCl} przedstawia tabela 2. Odczyn pH w poziomie Ah gleb w obu obwodach 224 „Obroc” i 341 „Florianka” prawie zawsze odznaczał się niższą wartością niż w poziomie Bh. Suma imisji w obszarze skąd pobrano próby glebowe do badań wpływały na glebę zakwaszającą. W warunkach naturalnych ekosystemów leśnych Roztoczańskiego Parku Narodowego, skąd pobrano materiał do badań, przypuszcza się, że zakwaszenie gleby powstało wówczas, gdy kationy zasadowe zostały wypłukane w głąb profilu oraz gdy fitocenoza na produkcję swojej biomasy pobierała z gleby więcej składników w formie kationowej niż anionowej. Z czasem doszło do tego, że powstająca nierównowaga jonów i ładunków elektrycznych kompensowała się. Działo się to na drodze wprowadzenia do gleby jonów wodorowych z kwasu węglowego z opadów atmosferycznych i wydzielania się jonów przez korzenie roślin, co powodowało naturalne obniżenie pH gleby (Prusinkiewicz 1983).

Tabela 1. Skład granulometryczny pobranych prób
Table 1. Granulation of the samples taken

Część Parku, nr i nazwa obwodu Part of Park, area number and name	Poziom Horizon	Głębokość pobraných prób Depth of sam- pling (cm)	Odległość po- branych prób od LHS lub DSR Distance of sampling points from LHS or DSR (m)	% zawartości frakcji % content of fractions		
				1-0,5 mm	0,5-0,002 mm	< 0,002 mm
Centralno- zachodnia, 224 „Obroc” LHS Central – west- ern, 224 "Obroc" LHS	Ah	0-3	10	95	4	1
	Ah	0-3	50	92	5	3
	Bh	40-50	10	99	1	0
	Bh	40-50	50	97	3	0
Południowa, 341 „Florianka” DSR Southern, 341 "Florianka" DSR	Ah	0-3	10	96	4	1
	Ah	0-3	50	93	3	4
	Bh	40-50	10	92	5	3
	Bh	40-50	50	96	4	0

Tabela 2. pH_{KCl} badanych prób
Table 2. pH_{KCl} of the examined samples

Nr i nazwa obwodu Area number and name	Głębokość pobraných prób Depth of sampling (cm)	Poziom Horizon	pH _{KCl} badanych prób pH _{KCl} of the examined samples	
			Odległość 10 m Distance 10 m	Odległość 50 m Distance 50 m
224 „Obroc” LHS	0-3	Ah	5,97	3,50
	40-50	Bh	5,93	4,67
341 „Florianka” DSR	0-3	Ah	3,90	3,43
	40-50	Bh	4,41	4,44

Zbadane zawartości cynku ogólnego w glebie w obwodzie 224 „Obroc” wynosiły od 2,86 mg·kg⁻¹ na głębokości 40-50 cm i odległości 10 m do 18,23 mg·kg⁻¹ na głębokości 0-3 cm i odległości 10 m od LHS. W obwodzie 341 „Florianka” zawartość cynku wynosiła od 3,82 mg·kg⁻¹ na głębokości 40-50 cm i odległości

10 m do 19,44 mg·kg⁻¹ na głębokości 0-3 cm i odległości 10 m od LHS (tab. 3). W badanych glebach zaobserwowano wyższe zawartości cynku w poziomach Ah w stosunku do poziomów Bh zarówno dla obwodu „Obroc” jak i obwodu „Floriana”. Badania dowodzą, iż cynk w glebach występujący w formie jonów jest łatwo sorbowany przez substancję organiczną (Prusinkiewicz 1983), stąd większe jego nagromadzenie w poziomie Ah w stosunku do poziomu Bh. W obwodzie „Obroc”, w odległości 10 m od LHS zawartość cynku na powierzchni była dużo większa (18,23 mg·kg⁻¹) niż na głębokości 40-50 cm.

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich w badanych glebach
Table 3. Content of heavy metals in the studied soils

Nr i nazwa obwodu Area number and name	Głębokość pobranych prób (cm) Depth of sampling (cm)	Poziom Horizon	Zawartość – Content (mg kg ⁻¹)					
			Zn		Cu		Cr	
			Odl. 10 m	Odl. 50 m	Odl. 10 m	Odl. 50 m	Odl. 10 m	Odl. 50 m
			Dist. 10 m	Dist. 50 m	Dist. 10 m	Dist. 50 m	Dist. 10 m	Dist. 50 m
224 „Obroc” LHS	0-3	Ah	18,23	8,89	2,06	1,06	3,99	1,62
	40-50	Bh	2,86	5,19	<0,80*	<0,80*	1,44	1,88
341 „Floriana” DSR	0-3	Ah	19,44	15,55	2,87	2,79	2,35	2,07
	40-50	Bh	3,82	9,74	<0,80*	0,98	1,88	0,98

*wyniki poniżej oznaczalności – results below the detection limit.

W odległości 50 m od LHS zaobserwowano mniejszą zawartość cynku (5,19 mg·kg⁻¹) w poziomach Bh w stosunku do poziomu Ah, gdzie zawartość jego wynosiła 8,86 mg·kg⁻¹. Podobna sytuacja miała miejsce w obwodzie 341 „Floriana”. Poziom Bh w odległości 10 m od DSR wykazał 6-krotny spadek zawartości cynku (3,82 mg·kg⁻¹) w stosunku do poziomu Ah, gdzie zawartość tego pierwiastka wynosiła 19,44 mg·kg⁻¹. Tendencję spadkową zawartości cynku obserwowano również w odległości 50 m w poziomie Bh (9,74 mg·kg⁻¹) w stosunku do poziomu Ah (15,55 mg·kg⁻¹). Jak podaje literatura (Klocke 1975), przeciętna zawartość cynku w glebie wynosi 10-50 mg·kg⁻¹, a poziom jego toksyczności to 300 mg·kg⁻¹. Tak więc, zgodnie z przyjętą normą, badane próbki nie są istotnie zanieczyszczone tym metalem. Badania pokazały, że im dalej od środków trans-

portu, tym zawartość cynku w glebach była mniejsza (tab.3), jednak dla obwodu „Obrocz” wartości te spadały znacznie wraz z odległością od LHS, a dla obwodu „Florianka” zawartości cynku spadały dość słabo wraz z odległością od DSR. W poziomie Ah w odległości 10 m dla LHS i DSR zawartości cynku są podobne. W odległości 50 m poziomach Ah w zawartość tego pierwiastka dla DSR jest większa niż przy LHS. Widoczne wzbogacenie w cynk ogólny (tab.4) poziomów Ah w stosunku do poziomów Bh w warstwach przy powierzchniowych i głębszych związana jest m.in. z zanieczyszczeniami atmosferycznymi (Martyn 2005 za Terelak i in. 1997) i kwaśnym odczynem gleb.

Zawartość miedzi ogólnej w badanych glebach w centralno-zachodniej części Parku w obwodzie 224 „Obrocz” w pobliżu LHS mieściła się od poniżej granicy oznaczalności, wynoszącej $0,80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, dla prób pobranych z głębokości 40-50 cm i odległości 10 i 50 m do $2,06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na głębokości 0-3 cm i odległości 10 m (tab. 3). W południowej części Parku, w obwodzie 341 „Florianka” zawartość miedzi znajdowała się w przedziale granicy nieznaczalności na głębokości 40-50 cm, odległości 10 m do $2,87 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na głębokości 0-3 cm, odległości 10 m od DSR (tab. 3). Podobnie jak w przypadku cynku, większe nagromadzenie miedzi stwierdzono w poziomach Ah w odniesieniu do poziomów niżej leżących. W glebach leśnych większa zawartość metali występująca w poziomach Ah kumuluje się głównie w próchnicy nadkładowej, natomiast w głębszych poziomach ich wartości są zwykle niewielkie (Adamczyk 1984). W obwodzie 224 „Obrocz” w poziomie Bh w odległości 10 i 50 m akumulacja miedzi była niewielka i wynosiła poniżej $0,80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Wykazywała tendencję spadkową w stosunku do poziomu Ah, gdzie zawartość miedzi wynosiła $2,06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w odległości 10 m i $1,06 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w odległości 50 m od LHS. Podobny spadek zawartości tego pierwiastka zanotowano w południowej części Parku. W obwodzie 341 „Florianka” w poziomie Bh w odległości 10 m i 50 m od DSR zawartość miedzi była mniejsza niż w poziomie Ah, gdzie jej zawartość w glebie wynosiła $2,87 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w odległości 10 m i $2,79 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w odległości 50 m od DSR. Wartości przeciętne, jak podaje literatura (Klocke 1975), wynoszą dla miedzi 5-20 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a poziom jej toksyczności $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, tak więc zgodnie z tą normą badane tereny nie były skażone miedzią. Z uzyskanych wyników można wnioskować, iż na wzbogacenie poziomów mineralnych gleb leśnych w Parku w miedź ogólną miały wpływ zanieczyszczenia atmosferyczne, w tym gazowe i pyłowe powietrza przenoszone drogą depozycji wilgotnej i suchej przez wiatr z kierunku południowo-zachodniego z odległych ośrodków przemysłowych znad Stalowej Woli i Tarnobrzega.

Zbadana zawartość chromu ogólnego w glebie w obwodzie 224 „Obrocz” mieściła się w przedziale od $1,44 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na głębokości 40-50 cm i odległości 10 m do $3,99 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ na głębokości 0-3 cm, odległości 10 m od LHS (tab. 3). W obwodzie 341 „Florianka” na południe od DSR zawartość chromu wynosiła od

0,98 mg·kg⁻¹ na głębokości 40-50 cm i odległości 50 m do 2,35 mg·kg⁻¹ na głębokości 0-3 cm i odległości 10 m (tab.3). W badanych glebach zaobserwowano wyższe wartości chromu w poziomach Ah w stosunku do poziomów Bh zarówno w pobliżu LHS jak i DSR. Wynika to stąd, że część metali, w tym chrom przenikający do gleby, jest unieruchamiany na skutek kompleksowania w próchnicę glebową. W tego typu sytuacji dochodzi do niewymiennego sorbowania przez minerały ilaste albo tworzą się związki trudno rozpuszczalne (Prusinkiewicz 1983).

Tabela 4. Uśredniona dla odległości 10 m i 50 m zawartość metali ciężkich w poziomach oraz wzbogacenie

Table 4. Average content of heavy metals for the distances of 10 and 50 m in the horizons and enrichment of horizons

Metal ciężki Heavy metal	Numer i nazwa obwodu – Area number and name					
	224 „Obroc” LHS			341 „Florianka” DSR		
	Średnia zawartość dla odległości 10 m i 50 m			Średnia zawartość dla odległości 10 m i 50 m (mg·kg ⁻¹)		
	Average content for distances of 10 and 50 m (mg·kg ⁻¹)			Average content for distances of 10 and 50 m (mg·kg ⁻¹)		
	Wzbogacenie Ah/Bh (%)	Wzbogacenie Ah/Bh (%)	Wzbogacenie Ah/Bh (%)	Wzbogacenie Ah/Bh (%)	Wzbogacenie Ah/Bh (%)	Wzbogacenie Ah/Bh (%)
	Poziom Ah (0-3 cm) Horizon Ah (0-3 cm)	Poziom Bh (40-50 cm) Horizon Bh (40-50 cm)		Poziom Ah (0-3 cm) Horizon Ah (0-3 cm)	Poziom Bh (40-50 cm) Horizon Bh (40-50 cm)	
Zn	13,56	4,02	337	17,49	6,78	258
Cu	1,56	<0,80	>195	2,83	<0,89	>318
Cr	2,80	1,66	169	2,21	1,43	155

Wyjątek stanowi zawartość chromu w poziomach Ah i Bh w odległości 50 m od LHS. Tam zawartość tego metalu w glebie w poziomie Bh w stosunku do Ah była wyższa. W poziomie Ah wynosiła 1,62 mg·kg⁻¹, a w poziomie Bh 1,88 mg·kg⁻¹. Większość autorów uważa, że ważną rolę w nagromadzeniu chromu odgrywa czynnik antropogeniczny przez nawiewanie i kumulację w glebie. Można wnioskować, iż poza osadzaniem zanieczyszczeń w glebie zwiększona zawartość tego metalu związana jest z jego zawartością w skale macierzystej. Mniejszą zawartość chromu (1,44 mg·kg⁻¹) w poziomie Bh zaobserwowano w odległości 10 m od

LHS w stosunku do poziomu Ah, gdzie zawartość tego pierwiastka wynosiła $3,99 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zawartość chromu była ponad dwukrotnie mniejsza w poziomie Bh w stosunku do poziomu Ah. W obwodzie 341 „Florianka” w poziomie Bh w odległości 10 m od DSR zawartość chromu wynosiła $1,88 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ i wykazywała tendencję spadkową w stosunku do poziomu Ah, gdzie wynosiła $2,35 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Dwukrotny spadek zawartości chromu zaobserwowano w poziomie Bh dla odległości 50 m od DSR. Zawartość jego wynosiła tam $0,98 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ w stosunku do poziomu Ah, gdzie wyniosła $2,07 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Wartości przeciętne, jak podaje literatura (Klocke 1975), wynoszą dla chromu $10\text{-}50 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a poziom jego toksyczności $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, tak więc zgodnie z tą normą, obszary z których pobrano badane próbki nie są skażone chromem.

Zawartość całkowita form ogólnych cynku, miedzi i chromu gleb bieliowych właściwych w ekosystemie leśnym w obwodach 224 „Obroc” i 341 „Florianka” Roztoczańskiego Parku Narodowego mieszczą się w granicach naturalnej ich zawartości. Należy podkreślić, że o szkodliwości danego metalu decyduje nie tylko jego ogólna zawartość w glebie, lecz zawartość form łatwo przyswajalnych przez rośliny. Szkodliwość kilku równocześnie działających substancji toksycznych może się nie tylko sumować, ale także wzajemnie wzmacniać (Fiedler 1984). Niewielkie zanieczyszczenia Roztoczańskiego Parku Narodowego chromem, miedzią i cynkiem w porównaniu z innymi parkami polskimi jest zrozumiałe ze względu na znaczną odległość tego terenu od ośrodków przemysłowych i niskie opady atmosferyczne, które wg literatury (Rühling i Taylor 1969, Rühling i Taylor 1971, Grodzińska 1978, Grodzińska 1980) wpływają na wielkość zanieczyszczenia. Wzbogacenie w metale było widoczne w wierzchniej warstwie Ah w stosunku do poziomu Bh (tab. 4). Z analizowanych metali ciężkich najbardziej zauważalne jest to w przypadku cynku dla obwodu „Obroc”, gdzie wzbogacenie poziomów genetycznych Ah w stosunku do Bh wynosiło 337%, przyjmując za 100 % poziom Bh. Mniejsze wzbogacenie poziomów Ah w stosunku do Bh wystąpiło w przypadku miedzi ($>318\%$ dla obwodu „Florianka”). Najmniejsze wzbogacenia obserwowane były dla chromu: 169% i 155% odpowiednio dla obwodów „Obroc” i „Florianka” (tab. 4). Niski poziom akumulacji metali ciężkich w glebach Roztoczańskiego Parku Narodowego pozwala zaliczyć ten Park obok Wolińskiego, Słowińskiego, Białowieskiego i Pienińskiego do grupy najczystszych parków narodowych w Polsce (Grodzińska 1978, Grodzińska 1980). Punktem odniesienia do próby określenia zanieczyszczeń metalami ciężkimi, w tym cynku, miedzi i chromu są obwody ochronne położone w Roztoczańskim Parku Narodowym: Krąglik, Słupy, Bukowa Góra, gdzie w ramach prowadzonych badań monitoringu gleb analizie poddano warstwy z poziomów 0-3 cm i poniżej 80 cm (Raport o stanie środowiska 2002). Na kumulację zanieczyszczeń wpływają i wpływają przede wszystkim: szlaki komunikacyjne przecinające Park: linia

kolejowa i droga szybkiego ruchu. Należy również dodać, iż w przeciągu kilkunastu ostatnich lat zmniejszyła się liczba emitorów poprzez przeprowadzoną gazyfikację oraz zminimalizowanie negatywnych oddziaływań eksploatacji LHS (Zawadzka 2003). Warto dodać, iż duże znaczenie mają formy przyswajalne pierwiastków, które sukcesywnie wykorzystują rośliny. Badania przeprowadzone przez Misztalą (Misztal 1996) dowodzą, iż w takich warunkach znaczna ilość metali ciężkich znajduje się w roztworach glebowych i przez to metale są łatwiej pobierane przez korzenie.

WNIOSKI

Po przeanalizowaniu wyników badań pobranych próbek można wyciągnąć następujące wnioski ogólne:

1. Analiza odczynu pH_{KCl} pokazała, że wszystkie badane próby wykazały odczyn bardzo kwaśny bądź kwaśny, co sprzyja akumulacji metali ciężkich.
2. Wszystkie badane próbki miały niską zawartość cynku, miedzi i chromu, a więc można przyjąć, że badane obszary nie są skażone tymi metalami ciężkimi.
3. Zaobserwowano spadek zawartości badanych metali ciężkich wraz z rosnącą odległością od środków transportu (Linii Hutniczo-Siarkowej i drogi szybkiego ruchu).
4. Zaobserwowano spadek zawartości metali wraz z rosnącą głębokością pobrania prób. Przyczyną jest m.in. akumulacja w poziomie próchnicznym, atmosferyczne pochodzenie zanieczyszczeń i wyższe pH w warstwie powierzchniowej.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Kielcach za wykonanie analiz na zawartość metali ciężkich w próbach glebowych Roztoczańskiego Parku Narodowego. Analizy wykonane przez akredytowane laboratorium badawcze, nr akredytacji AB 333, przyczyniły się do powstania niniejszego artykułu.

PIŚMIENNICTWO

- Adamczyk B., 1984. Forest ecosystem in industrial regions. *Ecological Studies* 49, Springer Verlag, 11-16.
- Fiedler H.J., 1984. *Bodenschutz*. G. Fischer, Jena, 191-198.
- Greszta J., Panek E., 1989. *Życie drzew w skażonym środowisku*, PWN, Warszawa-Poznań.
- Grodzińska K., 1980. Zanieczyszczenie polskich parków narodowych metalami ciężkimi. *Ochrona Przyrody*, 43, 9-29.
- Grodzińska., 1978. Mosses as bioindicators of heavy metal pollution in Polish national parks. *Water, Air and Soil Pollution*, 9, 3-3.

- Jahn A., 1956. Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd, Prace Geograficzne. IG PAN nr 7, Warszawa.
- Klocke A., 1975. Zur Anreicherung von Cadmium in Boden und Pflanzen. 27/1. Sonderheft zur Zeitschrift „Landwirtschaftliche Forschung“ Stand und Leistung agrikulturchemischer und agrobiologischer Forschung. 22. Fkfurt am Main, J.D. Sonerlanders Verl., 200-206.
- Martyn W., Skwaryło-Bednarz B., 2005. Zawartość Pb, Cu i Zn w glebach lekkich Roztoczańskiego Parku Narodowego (RPN). Acta Agrophysica, 6 (1), 175-182.
- Maruszczak H., 1972. Wyżyna Lubelsko- Wołyńska, Geomorfologia Polski, Warszawa, T.1, 340-384.
- Misztal M., 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 roku.
- Oehme F.W., 1978. Toxicity of Heavy Metals in the Environment, Port Marcel Dekker Inc. New York and Basel.
- Prusinkiewicz Z., 1983. Ochrona i rekultywacja gleb leśnych. Roczniki gleboznawcze, T. 34, 3, 185-201.
- Raport o stanie środowiska województwa lubelskiego w roku 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin, 2002.
- Rühling A., Taylor G., 1969. Ecology of heavy metals - a regional and historical study. Bot. Notiser, 122, 248-259.
- Rühling A., Taylor G., 1971. Regional differences in the deposition of heavy metals over Scandinavia. J. Appl. Ecol., 8, 497-507.
- Terelak H., Stuczyński T., Kotowiecka-Terelak T., Piotrowska M., 1997. Zawartość Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, S w glebach województwa katowickiego i Polski. Archiwum Ochrony Środowiska PAN, Wrocław, nr 3-4, 167-180.
- Uziak., Pomian., Mele., 1978. Pokrywa glebowa RPN. Folia Societatis Scientiarum Lublinensis, vol. 20, Geogr., 2, 59-65.
- Wilgat T., 1994. RPN. Wyd. RPN Zwierzyniec, 37-40, 206-221.
- Zawadzka M., 2003. Pokrywa glebowa i użytkowanie ziemi w Roztoczańskim Parku Narodowym. Praca Licencjacka. Wyd. Akademia Świętokrzyska, Kielce, 31-32, 40-41.
- Zawadzki S., 1999. Gleboznawstwo, PWRiL, Warszawa.

Zn, Cu, Cr CONTENT IN PODSOLS OF THE ROZTOCZANSKI NATIONAL
PARK NEAR THE METALLURGICAL-SULPHURIC LINE
AND THE EXPRESSWAY

Marzena Zawadzka, Mateusz Iwo Łukowski

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin
e-mail: mzawadzka81@gmail.com

Abstract. Research was carried out in the Roztoczański National Park on podsol soils to examine the content of heavy metals: zinc, copper and chromium near the Metallurgical-Sulphuric Line (LHS) and near the expressway (DSR). The research covered two protected areas in the Park: Area 224 "Obroczy" within the range of influence of LHS and Area 341 "Florianka" within the range of influence of DSR. Samples for analysis were taken from Ah horizon and Bh horizon, without

preserving the natural structure, from the distance of 10 m and 50 m from LHS and DSR. In the samples we determined the granulation, pH and the content of heavy metals: zinc, copper and chromium. The research proved that the soil samples taken from both of areas are characterized by low content of floatable and colloidal fractions. The dominant fraction is sand. The analysis of pH showed that all examined soils have acid reaction. A decrease in the content of the examined heavy metals was observed in relation to increasing depth and distance from the Metallurgical-Sulphuric Line and the expressway. The total content of the general forms of zinc, copper and chromium in the examined samples is within the limits of their natural content, therefore, it can be assumed that the examined areas are not contaminated by the mentioned metals.

Keywords: heavy metals, pH, Roztoczański National Park, Metallurgical-Sulphuric Line