

Anna CHRZAN¹, Maria MARKO-WORŁOWSKA¹ i Tomasz ŁACIAK²

ZANIECZYSZCZENIE GLEBY I KORY SOSNY METALAMI CIĘŻKIMI W PARKU KRAJOBRAZOWYM SKAŁKI TWARDOWSKIEGO W KRAKOWIE

CONTAMINATION OF SOIL AND PINE BARK BY HEAVY METALS IN SKAŁKI TWARDOWSKIEGO LANDSCAPE PARK IN KRAKOW

Abstrakt: Do oceny zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi pobierano próbki glebowe w ok. 40-letnim zagajniku sosnowym oraz na pobliskiej łące w Parku Skałki Twardowskiego w Krakowie, należącym do Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego. W zagajniku pobierano również korę martwicową sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Badano stan środowiska, określając odczyn gleby, jej wilgotność, zawartość metali ciężkich oraz pH i zawartość metali w korze sosny pozyskanej w pobliżu miejsca pobierania próbek gleby. Stwierdzono, iż gleby badanych stanowisk wykazywały odczyn słabo zasadowy, zaś wilgotność była nieznacznie większa na łące. Natomiast wyniki dotyczące kory sosen z zagajnika wskazują na jej znaczne zakwaszenie (pH 3,33÷3,97). Koncentracja metali, takich jak Pb, Zn i Cd była większa w glebie zagajnika sosnowego, natomiast Cu nieznacznie większa na łące. W glebie łąki, a także w glebie zagajnika ilość kadmu przekraczała prawie dwukrotnie normę, a zawartość pozostałych metali była zgodna z normą. Zawartość miedzi w korze sosny była porównywalna do zawartości w glebie, podczas gdy ilość Pb, Cd i Zn w korze była mniejsza niż w glebie.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, kora sosny, pH gleby, pH kory sosny

Nasilające się zanieczyszczenia gleb na skutek emisji do środowiska różnorodnych zanieczyszczeń wywołują wiele niekorzystnych zmian w glebie, które przejawiają się m.in. jej zakwaszeniem lub alkalizacją, zasoleniem, naruszeniem równowagi jonowej, a także wzrostem koncentracji metali ciężkich. Spośród komponentów środowiska przyrodniczego gleba jest głównym ośrodkiem akumulacji wielu substancji chemicznych, w tym również zanieczyszczeń. Podobnie jak w przypadku procesów zakwaszania, stopień skażenia gleb metalami ciężkimi jest uzależniony od ich odporności wynikającej z pojemności sorpcyjnej.

Dzięki kompleksowi sorpcyjnemu oraz intensywnej wymianie materii i energii z pozostałymi komponentami środowiska gleby są w stanie zatrzymać substancje chemiczne, przemieszczające się drogą wodną i atmosferyczną [1]. W ten sposób gleby w procesie obiegu zanieczyszczeń spełniają rolę filtru ochronnego dla związków dostających się do wód przy jednoczesnym coraz większym ich zanieczyszczeniu.

Właściwości fizykochemiczne gleb wpływają na pobieranie przez rośliny różnych pierwiastków i ich włączanie w system łańcucha pokarmowego. Spośród nich odczyn gleb ma największe znaczenie dla akumulacji metali ciężkich w roślinach. Większa wartość pH (>6,5) zdecydowanie zmniejsza ilość łatwo rozpuszczalnych form metali w glebie i ogranicza ich pobieranie oraz gromadzenie przez rośliny [2]. W środowisku kwaśnym rośliny mogą pobierać duże ilości tych pierwiastków (szczególnie kadmu, cynku i niklu) nawet z gleb mało zanieczyszczonych [3].

¹Zakład Ekologii, Badań Łowieckich i Ekoturystyki, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podbrzezie 3, 31-054 Kraków, tel. 12 662 67 02, email: chrzan@ap.krakow.pl, mmw@ap.krakow.pl

²Zakład Kręgowców i Biologii Człowieka, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podbrzezie 3, 31-054 Kraków, tel. 12 662 67 24, email: tlaciak@ap.krakow.pl

Wyjątkowo czułym biowskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska jest kora martwicowa sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) - najczęstszego w Polsce drzewa, z którego łatwo można pobrać jej zewnętrzną warstwę [4]. Do oceny poziomu skażenia wykorzystywane są m.in. takie właściwości fizykochemiczne kory, jak odczyn jej wodnych wyciągów oraz zdolność absorbowania niektórych pierwiastków chemicznych.

We właściwościach fizykochemicznych kory, przede wszystkim w odczynie, zachodzą wyraźne zmiany pod wpływem zanieczyszczonego powietrza oddziałującego przez wiele lat na drzewa [5, 6]. Odczyn kory jest również zależny od gatunku, wieku, zdrowotności drzew, a także gleby, na której rosną.

Celem badań było określenie stopnia zakwaszenia oraz kumulacji Pb, Cd, Cu i Zn w glebie i korze martwicowej sosny na stanowiskach położonych na terenie chronionym w Parku Skałki Twardowskiego, należącym do Bielańsko-Tynieckiego Parku Krajobrazowego w Krakowie.

Materiał i metodyka

Do badań pobierano próbki glebowe w ok. 40-letnim zagajniku sosnowym i na pobliskiej łące w Parku Krajobrazowym Skałki Twardowskiego w Krakowie oraz korę martwicową sosen rosnących w tym zagajniku. Zbadano odczyn gleby, jej wilgotność, odczyn pH kory sosny oraz określono zawartość ołowiu, kadmu, cynku i miedzi w glebie i korze sosny.

Próbki glebowe pobierano w sezonie jesiennym 2008 roku ramą Morrisa o wymiarach 25 cm x 25 cm, wbijając ją do 10 cm w głąb profilu glebowego. Z każdego stanowiska, tj. z zagajnika sosnowego i łąki, pobierano po 16 próbek, których odczyn badano bezpośrednio w terenie za pomocą pH-metru.

W zagajniku sosnowym, z którego pobierano glebę, pozyskiwano również korę martwicową z czterech około czterdziestoletnich drzew o pierśnicy 50 do 55 cm, oddalonych od siebie o ok. 2 do 4 m. Korę pozyskiwano z pnia na wysokości 1,5 m od gruntu, po cztery próbki z każdego drzewa. Określenie toksyczności kory przeprowadzono, oceniając jej odczyn (wartość pH), a następnie wyznaczano zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku.

W celu określenia wartości pH próbki kory suszono w temperaturze 65°C w ciągu 3 godzin, a następnie rozdrabniano w moździerzu i mielono na proszek w młynku udarowym. Z każdej próbki odważano po 2 g sproszkowanej kory i zalewano 8 cm³ wody destylowanej. Po 48 godzinach mierzono odczyn pH-metrem typu WTW 330.

Analizy chemiczne dotyczące metali ciężkich przeprowadzono, wyznaczając zawartość ogólnych form ołowiu, kadmu, miedzi i cynku metodą AAS. Wsuszone próbki kory oraz gleby (2,5 g) poddawano procesowi mineralizacji. W tym celu zalewano wysuszoną korę i osobno glebę 3 cm³ 65% kwasu azotowego, a następnie podgrzewano do temperatury 120°C i pozostawiano na okres 4 godzin. Po czym przesączało próbki. Przesącz przeflowano do kolbek miarowych i dopełniano wodą destylowaną do objętości 25 cm³. W tak przygotowanych roztworach oznaczano zawartość metali ciężkich na absorpcyjnym spektrofotometrze atomowym (AAS firmy Cole-Parmer, BUCK 200A).

Wyniki

Gleby na badanych stanowiskach w Parku Krajobrazowym Skałki Twardowskiego wykazywały odczyn słabo zasadowy od 7,36 do 7,78 (tab. 1). Wilgotność gleby na łące wynosiła 28,6% i była o kilka procent większa niż w glebie zagajnika (tab. 1).

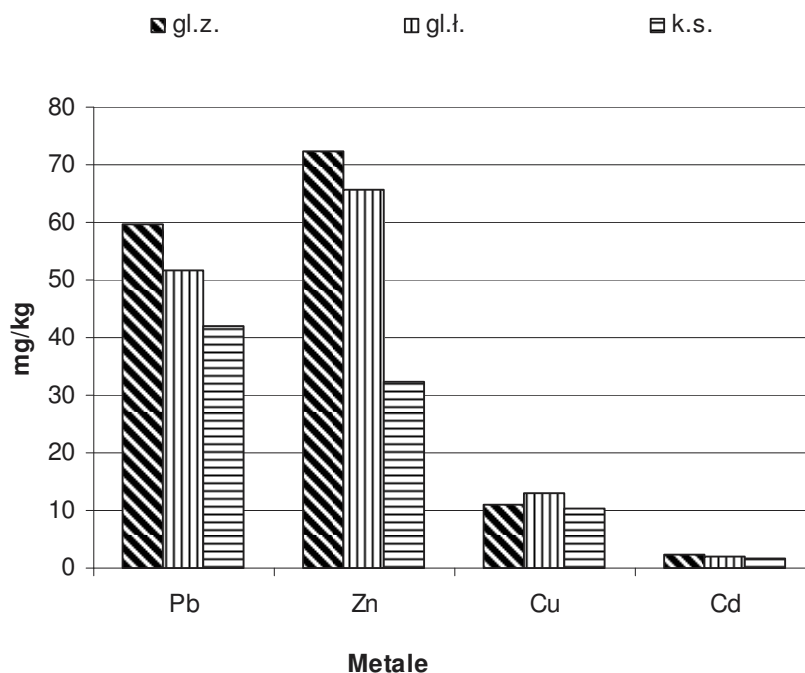
Wilgotność gleby oraz pH gleby i kory sosny na badanych stanowiskach

Tabela 1

Dampness and pH of the soil and pine bark in the studied localities

Table 1

Parametry	Gleba zagajnika	Gleba łąki	Kora sosny
pH	7,65 (7,56÷7,74)	7,57 (7,36÷7,78)	3,71 (3,31÷3,97)
Wilgotność [%]	20,95 (20,2÷21,7)	28,55 (25,2÷31,9)	-



gl.z. - gleba zagajnika, gl.ł. - gleba łąki, k.s. - kora sosny

Rys. 1. Zawartość metali ciężkich w glebie i korze sosny

Fig. 1. Content of heavy metals in the soil and in the pine bark

Wyniki dotyczące kory ok. 40-letnich sosen z zagajnika wskazują natomiast na jej znaczne zakwaszenie. Odczyn analizowanej kory sosen z badanego zagajnika wahał się od pH 3,33 do 3,97, pomimo tego, że gleba z tego miejsca miała odczyn lekko zasadowy, wynikający z jej usytuowania na wapiennym podłożu (tab. 1).

Koncentracja takich metali, jak Pb, Zn i Cd, była większa w glebie zagajnika sosnowego, natomiast Cu nieznacznie większa na łące w parku krajobrazowym (rys. 1).

Według Kabata-Pendias i współprac. [7], graniczna zawartość metali w glebach, zawierających zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego, wynosi 70 mg Pb, 150 mg Zn, 1 mg Cd na kg. Otrzymane wyniki badań tylko w odniesieniu do kadmu charakteryzują się przekroczeniem zawartości wskazanych przez Kabatę-Pendias [7]. W glebie zagajnika odnotowano ponad 2-krotne przekroczenie normy, a na łące prawie dwukrotne (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość [mg/kg] metali ciężkich w glebie i korze sosny

Table 2

Content of heavy metals in the soil and in the pine bark [mg·kg⁻¹]

Stanowisko	Pb	Zn	Cu	Cd
Gleba zagajnika	59,628	72,469	10,847	2,317
Gleba łąki	51,705	65,721	13,055	1,904
Kora sosny	41,856	32,372	10,231	1,556
Wartości graniczne [6]	70	150	-	1

Zawartość ołowiu i cynku w korze sosny była znacznie mniejsza niż w glebie, na której rosły badane drzewa. W korze sosny stwierdzono 10,231 mg/kg miedzi i jej zawartość była porównywalna do zawartości w glebie zagajnika (tab. 2).

Najmniejszą zawartość kadmu stwierdzono w korze sosny. Wynosiła ona około 1,556 mg na kg, lecz według Kabaty-Pendias również była to wartość nieznacznie przekroczona. Zawartość kadmu w korze sosen z zagajnika była nieznacznie niższa niż w glebie zagajnika i łąki w Parku Krajobrazowym Skałki Twardowskiego (tab. 2, rys. 1). Kadm jest stosunkowo łatwo i intensywnie pobierany przez rośliny, na ogół proporcjonalnie do stężenia w środowisku [8].

Wnioski

- W glebie najczęściej ma miejsce większa kumulacja ołowiu, kadmu i cynku niż w korze martwicowej sosny.
- Odczyn kory sosny wskazywał na dużo większe jej zakwaszenie niż gleby, w której sosny rosły.

Literatura

- [1] Malinowska E.: *Degradacja gleby w warunkach zanieczyszczenia środowiska*. Ekopartner, 1991, (1-2), 39-42.
- [2] Gruca-Królikowska S. i Waclawek W.: *Metale w środowisku. cz. II. Wpływ metali ciężkich na rośliny*. Chem. Dydakt. Ekol. Metrol., 2006, **11**(1-2), 41-54.
- [3] Lipińska J.: *Wpływ wybranych właściwości gleby na zawartość metali ciężkich w warzywach*. Zesz. Nauk. Akad. Podlas. w Siedlcach, Seria: Rolnictwo, 2000, **57**, 151-157.
- [4] Szczepanowicz B. i Gawroński S.: *Wodne wyciągi kory sosny jako wskaźnik zanieczyszczenia atmosfery*. Sylwan, 2000, **144**(2), 107-118.
- [5] Santamaría J.M. i Martín A.: *Tree bark as a bioindicator of air pollution in Navarra, Spain*. Water, Air, Soil Pollut., 1997, **98**(3-4), 378-381.
- [6] Kowalkowski A.: *Wskaźniki ekochemicznego stanu gleb leśnych zagrożonych przez zakwaszenie*. Regional. Monit. Środow. Przyrod., 2002, **3**, 31-43.

- [7] Kabata-Pendias A. i in.: Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb - metale ciężkie, siarka i WWA. PIOS. Bibliot. Monit. Środow., Warszawa 1995, 41.
- [8] Kabata-Pendias A. i Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych. WN PWN, Warszawa 1993.

CONTAMINATION OF SOIL AND PINE BARK BY HEAVY METALS IN SKAŁKI TWARDOWSKIEGO LANDSCAPE PARK IN KRAKOW

Department of Ecology, Wildlife Research and Ecotourism, Institute of Biology
Pedagogical University of Krakow

Abstract: In order to evaluate pollution of the environment the soil samples were taken in around 40-year old pine grove as well as in the meadow situated nearby, in Skałki Twardowskiego Landscape Park, that is a part of Bielańsko-Tyniecki Landscape Park. In the grove, necrotic bark of the common pine (*Pinus sylvestris* L.) was taken as well. The environmental condition was analyzed owing to the determination of reaction of the soil, its humidity, content of heavy metals, pH and content of the metals in the pine bark obtained near the area where the soil samples were taken. It was detected that the soils of the researched areas had slightly alkaline reaction, whereas humidity was slightly higher in the meadow. What is more, the analysis of the results concerning the pine barks from the grove indicates considerable acidity (pH 3.33÷3.97). The concentration of the metals such as Pb, Zn and Cd was higher in the soil of pine grove, while Cu slightly higher in the meadow. In meadow and grove soil content of Cd was almost two times above the norm, whereas content of the other metals complied with norms. The content of Cu in bark pine was similar to content of Cu in soil, while content of Pb, Cd and Zn in bark was lower than it was in the soil.

Keywords: heavy metals, necrotic bark of pine, pH soil, pH bark pine