

Maria MARKO-WORŁOWSKA<sup>1</sup>, Gabriela WĄTOR<sup>1</sup>, Ryszard KOZIK<sup>1</sup>  
i Tomasz ŁACIAK<sup>2</sup>

## ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW ZAKWASZAJĄCYCH I METALI CIĘŻKICH W KORZE MARTWICOWEJ SOSNY POSPOLITEJ (*Pinus sylvestris* L) ORAZ W GLEBIE MAŁYCH LASÓW W SKAWINIE I KRAKOWIE

### ACIDIFYING COMPONENTS AND HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN PINE BARK (*Pinus sylvestris* L) AND TOPSOIL IN SMALL FOREST ECOSYSTEM IN SKAWINA AND KRAKÓW

**Abstrakt:** Do oceny zanieczyszczenia środowiska związkami zakwaszającymi oraz metalami Pb, Zn i Ni zbadano korę martwicową *Pinus sylvestris* L, oraz glebę, na której te sosny rosły. Badania prowadzono w strefie ekotonowej małych lasów leżących w odległości ok. 5 m od ruchliwej ulicy i 300 i 700 m od huty aluminium i elektrowni (stanowisko I) oraz ok. 1 km od obwodnicy autostradowej i 5,5 i 5,7 km od ww. emitorów przemysłowych (stanowisko II). Zbadano pH kory, a także zawartość Pb, Cd i Ni od strony najczęściej wiejących w Polsce wiatrów (zachód) i od strony przeciwnej oraz pH i zawartość ww. metali w glebie. Wyniki wskazują, że zarówno kora sosny, jak i gleba są dobrymi wskaźnikami zanieczyszczenia związkami zakwaszającymi i badanymi metalami. Na stanowisku I stwierdzono wyższą kwasowość kory oraz większe stężenie Pb i Cd niż na stanowisku II. Gleba stanowiska bardziej oddalonego od emitorów przemysłowych wykazała większe zakwaszenie i większą zawartość Ni.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia, związki zakwaszające, metale ciężkie (Pb, Cd, Ni), kora martwicowa, gleba

Kora martwicowa sosny zwyczajnej jest w ostatnich latach uznawana za dobry, pasywny bioakumulator zanieczyszczeń środowiska. Określenie jej składu chemicznego jest stosowane w Polsce i innych krajach jako metoda oceny stopnia zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. Kora zarówno sosny, jak i wielu innych gatunków drzew jest bardzo dobrym absorbentem zanieczyszczeń, między innymi dlatego, że jest martwą tkanką i już nie rośnie w przeciwieństwie do innych bioakumulatorów, takich jak mchy, porosty, liście różnych roślin. Zanieczyszczenia gromadzą się na najbardziej zewnętrznej warstwie kory, która jest wystawiona na długotrwałe działanie zanieczyszczonego powietrza. Analizy chemiczne kory umożliwiają nie tylko zbadanie obecnej warstwy akumulacji pierwiastków i związków zanieczyszczających, ale również ocenę przebiegu tego procesu w latach poprzednich. Mniej więcej jednowiekowe drzewa rosnące blisko siebie wykazują podobny stopień akumulacji zanieczyszczeń i dlatego mogą być wykorzystywane do ustalenia zakresu zanieczyszczeń, a wyniki badań kory prowadzone na powierzchniach o różnej odległości od źródła emisji służą do oceny ich rozprzestrzeniania się [1].

Dzięki tym właściwościom analiza chemiczna kory różnych gatunków drzew zapewnia proste narzędzie do określania i mapowania emisjami gazów i pyłów ze stacjonarnego źródła. W przypadku suchej depozycji pyłów - nośników metali na korze drzewa metale pozostają praktycznie nieaktywne i są absorbowane mechanicznie. Natomiast przy

<sup>1</sup>Zakład Ekologii, Badań Łowieckich i Ekoturystyki, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podbrzezie 3, 31-054 Kraków, tel. 12 662 67 05, email: mmw@ap.krakow.pl

<sup>2</sup>Zakład Zoologii Kręgowców i Biologii Człowieka, Instytut Biologii, Uniwersytet Pedagogiczny, ul. Podbrzezie 3, 31-054 Kraków, email: tlaciak@ap.krakow.pl

współwystępowaniu dużych stężeń gazów zakwaszających i jednoczesnych opadów następuje w środowisku wzrost bioakumulacji łatwiej rozpuszczalnych form jonowych metali [2-4]. Monitorowanie stanu środowiska przy użyciu kory drzew zapoczątkowano już w latach sześćdziesiątych XX wieku w Szwecji i w Polsce [5, 6], gdzie była używana w celu określenia zanieczyszczenia metalami ciężkimi i związkami zakwaszającymi na terenach leżących w pobliżu emitorów przemysłowych i w pobliżu tras komunikacyjnych.

Ostatnio wykorzystuje się korę również do oceny zanieczyszczenia związkami organicznymi i nieorganicznymi, takimi jak: wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), związki chloroorganiczne, azotan amonu [7, 8].

W przedstawianej pracy jako wskaźników - akumulatorów użyto kory martwicowej drzew *Pinus silvestris* oraz powierzchniowej warstwy gleby (do 10 cm w głąb) z otoczenia sosny. Gleba ma dużą wartość wskaźnikową w ocenie sprawności oraz zmian zachodzących w ekosystemach lądowych. Odczyn gleby ma wpływ na pobieranie przez rośliny metali ciężkich i ich włączanie w system łańcucha pokarmowego [9].

## Metodyka

Próbki gleby i kory pobierano na dwóch stanowiskach w strefie ekotonowej małych lasów w Skawinie (Locality I) i w Krakowie - na terenie Bielańsko-Tynieckiego PK (Locality II) (rys. 1). Stanowisko I położone ok. 5 m na południe od ruchliwego traktu komunikacyjnego, ok. 300 m na płd.-zach. od huty aluminium i ok. 700 m na płn.-wsch. od elektrowni. Stanowisko II położone ok. 1 km na zachód od obwodnicy oraz 5,7 i 5,5 km na płn.-wsch. od ww. emitorów.



Rys. 1. Mapa stanowisk

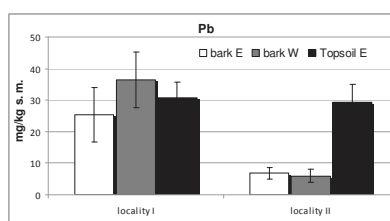
Fig. 1. Map of the areas research

Zbadano temperaturę, wilgotność gleby oraz odczyn gleby i kory, a także określono w nich zawartość ołowiu, kadmu i niklu. Badania przeprowadzono w okresie wiosny (kwiecień) 2010 roku. Z każdego stanowiska korę pobierano z czterech ok. trzydziestoletnich drzew oddalonych od siebie o 2÷4 m. Pobrano po 15 próbek na wysokości 1,3 m od gleby ze strony wschodniej i zachodniej z każdej sosny. W celu

wyznaczenia pH próbki kory suszono w temperaturze 65°C przez 3 godziny, a następnie mielono. Z każdej próbki odważano po 1 g kory i zalewano 4 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Po 48 godzinach mierzono odczyn pH-metrem typu WTW 330. Analizy chemiczne dotyczące Pb, Cd i Ni przeprowadzono, wyznaczając zawartość ich ogólnych form metodą AAS.

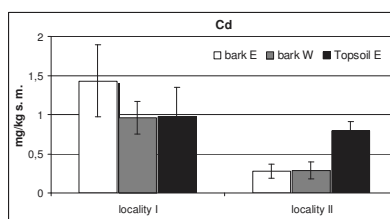
### Wyniki i ich omówienie

Największą ilość ołowiu, kadmu i niklu stwierdzono w korze na stanowisku I, które jest usytuowane ok. 5 m od ruchliwego traktu komunikacyjnego oraz 300 i 700 m od głównych emitorów przemysłowych. Zawartości Pb i Cd w korze na stanowisku I były ponad 5 razy, a Ni ok. 4 razy większe niż na stanowisku II (rys. rys. 2-4). Większa ilość Pb w korze stanowiska I od strony zachodniej świadczyć może o jego dopływie z huty aluminium wraz z najczęściej wiejącymi na tym terenie wiatrami zachodnio-południowymi (rys. 2). Także w glebie stanowiska I zawartość Pb i Cd była wyższa, jednak różnice w ilości ww. metali nie były tak duże jak w przypadku ich zawartości w korze (rys. rys. 2 i 3).



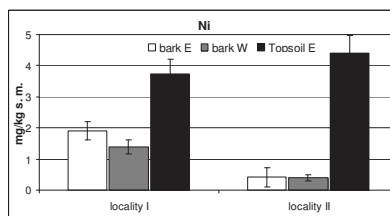
Rys. 2. Zawartość Pb w korze i glebie

Fig. 2. Concentration of Pb in the bark and in the soil



Rys. 3. Zawartość Cd w korze i glebie

Fig. 3. Concentration of Cd in the bark and in the soil



Rys. 4. Zawartość Ni w korze i glebie

Fig. 4. Concentration of Ni in the bark and in the soil

W przypadku Ni, który do gleby dostaje się wraz z wiatrem i opadami deszczu w wyniku spalania paliwa stałego, oleju napędowego, odpadów, a także produkcji stali i procesów galwanizacyjnych, jego większą ilość w glebie stanowiska II, bardziej oddalonego od huty aluminium i elektrowni, można tłumaczyć napływem od znajdującej się ok. 1 km od ruchliwej obwodnicy Krakowa (rys. 4).

Skład chemiczny materiałów eksploatacyjnych i paliw ma wpływ na zanieczyszczenie gleb przy trasach komunikacyjnych. Wcześniej Pb występował w benzynach w ilościach od 0,15 do 0,30 g/dm<sup>3</sup> jako środek przeciwstukowy, podwyższający liczbę oktanową. Obecnie ołów występuje w benzynach bezołowiowych, ale jego zawartość nie może przekraczać wartości 0,005 g/dm<sup>3</sup> [10]. Prawdopodobnie z tego powodu największe ilości Pb stwierdzono w glebie obydwu stanowisk oraz w korze stanowiska w bezpośrednim sąsiedztwie ruchliwego traktu komunikacyjnego na stanowisku I (rys. 2).

Stwierdzono, że w glebie obydwu stanowisk zawartość badanych metali nie przekracza granicznych ilości dopuszczalnych stężeń [10]. W odniesieniu do zakwaszenia kory odnotowano bardzo zbliżone wyniki na obydwu stanowiskach z obydwu badanych kierunków. Natomiast gleba stanowiska oddalonego od emitorów przemysłowych wykazała zdecydowanie większe zakwaszenie niż stanowiska leżące bliżej od nich (tab. 1). Jest to prawdopodobnie związane z spalaniem węgla w niskich paleniskach domowych na terenie stanowiska II.

Wartości badanych parametrów na obydwu stanowiskach

Tabela 1

The value of the chosen parameters

Table 1

Badane parametry	Stanowisko I	Stanowisko II
pH kory - wschód	3,14 (2,98÷3,24)	3,28 (3,05÷3,39)
pH kory - zachód	3,29 (3,049÷3,59)	3,14 (3,01÷3,27)
pH gleby	6,00 (5,34÷6,79)	4,61 (4,38÷5,05)
Temperatura gleby	19,1÷20,7	10,6÷10,1
Wilgotność gleby [%]	25,73 (23,44÷26,07)	20,5 (18,2÷22,1)

Dmichowski, Bytnerowicz stwierdzili, że zasięg bezpośredniego oddziaływania źródła emisji w zależności od kierunku wynosił 2 do 3 km. Odległości te stanowią próg, po którego przekroczeniu poziom zanieczyszczenia istotnie się zmniejsza się, aż do poziomu tła dla regionu warszawskiego [1]. Prezentowane badania potwierdzają tę zależność również dla regionu krakowskiego.

## Literatura

- [1] Dmichowski W. i Bytnerowicz A.: *Monitoring environmental pollution in Poland by chemical analysis of Scots pine (Pinus sylvestris L) needles*. Environ. Pollut., 1995, **87**(1), 87-104.
- [2] Fabiszewski J., Brej T. i Bielecki K.: *Plant reactions as indicators of air pollution in the vicinity of a copper smelter*. Acta Soc. Bot. Polon., 1987, **56**(2), 353-363.
- [3] Morselli L., Olivieri P., Brusori B. i Passarini F.: *Soluble and insoluble fractions of heavy metals in wet and dry atmospheric depositions in Bologna, Italy*. Environ. Pollut., 2003, **124**, 457-469.
- [4] Kłos A., Rajfur M., Waclawek M. i Waclawek W.: *Ion exchange kinetics in lichen environment*. Ecol. Chem. Eng., 2005, **12**(12), 1353-1365.
- [5] Ståxang B.: *Acidification of bark of some deciduous trees*. OIKOS, 1969, **20**, 224-230.

- [6] Grodzinska K.: *Acidification of tree bark as a measure of air pollution in Southern Poland*. Bull. Acad. Pol. Sci., 1971, **19**(3), 189-195.
- [7] Hofmann F., Schleichriemen U., Wosniok W. i Reckel S.: [In:] *Dendrochronology and Environmental Trends*. Proc. Int. Conf. EuroDendro, ed. V. Stravinskiene and R. Juknys. Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania 1998, 160-168.
- [8] Schulz H., Popp P., Huhn G., Stärk H.-J. i Schürmann G.: *Biomonitoring of airborne inorganic and organic pollutants by means of pine tree barks. I. Temporal and spatial variations*. Sci. Total Environ., 1999, **232**, 49-58.
- [9] Lipińska J.: *Wpływ wybranych właściwości gleby na zawartość metali ciężkich w warzywach*. Zesz. Nauk. Akad. Podlaskiej w Siedlcach, ser. Rolnictwo, 2000, **57**, 151-157.
- [10] Szczeponka A.: Kryteria oceny zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, [www.zn.sgsp.edu.pl/32/2.pdf](http://www.zn.sgsp.edu.pl/32/2.pdf)

**ACIDIFYING COMPONENTS AND HEAVY METAL CONCENTRATIONS  
IN PINE BARK (*PINUS SYLVESTRIS* L) AND TOPSOIL  
IN SMALL FOREST ECOSYSTEM IN SKAWINA AND KRAKÓW**

<sup>1</sup>Department of Ecology, Wildlife Research and Ecotourism, Institute of Biology  
Pedagogical University of Krakow

<sup>2</sup>Department of Vertebrate Zoology and Human Biology, Institute of Biology  
Pedagogical University of Krakow

**Abstract:** In the presented paper the pine bark, superficial layer of the soil - topsoil (to 10 cm deep) from pine's surroundings were used as the accumulative indicators. In order to evaluate the impact of pollution of environment by heavy metals and by acidifying components a few chosen physicochemical parameters of pine bark and the topsoil of the two small forests (Locality I and Locality II) were detected. It was detected that the reaction of the soils of both habitats was less acidic than pine bark, whereas concentration of Cd, Pb and Ni was higher in the forest soil. Therefore pine bark is better accumulator of acidifying components than soil. Locality situated nearer Power plant and Aluminium smelter in Skawina indicated higher acidity of bark and higher concentration of Pb, Cd, than locality situated in Krakow.

**Keywords:** pollution, heavy metals (Pb, Cd, Ni) acidifying components, necrotic bark, topsoil