

Ryszard TURSKI, Stanisław BARAN, Waldemar MARTYN,
Anna WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA

**Zawartość metali ciężkich w wybranych roślinach z terenu miasta Lublina.
Cz. I. Ołów, kadm i miedź**

The Content of Heavy Metals in the Selected Plants From the Area of the Lublin Town. Part I. Lead, Cadmium and Copper

Różnorodna działalność gospodarcza realizowana na terenie miasta jest źródłem emisji do atmosfery znacznych ilości zanieczyszczeń. Większość z nich przechodzi do środowiska glebowo-roślinnego powodując jego degradację poprzez przekroczenie norm opadu pyłów, jak również zmiany, często nieodwracalne w składzie chemicznym.

Ważne również, o dużych ujemnych skutkach jest zanieczyszczenie roślin, gdyż stanowią one "płuca" miasta, a także znaczna ich część (owoce, warzywa) przeznaczona jest do bezpośredniej konsumpcji.

Jednym z czynników powodujących degradację środowiska są metale ciężkie, podlegające kumulacji biologicznej, przez co ich ujemne oddziaływanie potęguje się (1, 3, 4, 7).

Metale ciężkie mogą dostawać się do roślin poprzez glebę, a także drogą dolistną (1, 3), natomiast z roślin przenoszone są dość łatwo do dalszych ogniw obiegu biologicznego (3, 8).

Niebezpiecznym jest zanieczyszczenie gleb, gdyż są one trwale związane z określonym miejscem, a zanieczyszczenia trudno z nich usunąć.

W poprzedniej pracy (10) autorzy omówili wpływ różnego typu zanieczyszczeń na zawartość metali ciężkich w glebach w wybranych dzielnicach mieszkaniowych, jak również na terenie Fabryki Samochodów. Celem niniejszej pracy jest określenie zawartości metali ciężkich (ołowiu, kadmu i miedzi) w liściach topoli i krwawnika pobranych w tych samych punktach co próby glebowe.

METODYKA BADAŃ

Na obszarze Lublina wyodrębniono, uwzględniając funkcje społeczno-gospodarcze następujące dzielnice:

- teren Fabryki Samochodów (6 punktów badań)
- dzielnica mieszkaniowo-przemysłowa w otoczeniu Fabryki Samochodów (16 punktów badań)

- dzielnica mieszkaniowo-przemysłowa (5 punktów badań)
- dzielnica komunalno-przemysłowa (3 punkty badań)
- dzielnice mieszkaniowe (7 punktów badań).

Celem określenia oddziaływania pojedynczego źródła zanieczyszczeń w obszarze miejskim, szczegółowe badania przeprowadzono w otoczeniu Fabryki Samochodów. Próby pobrano z terenu fabryki, jak również w jej otoczeniu, na różnych odległościach: O (obok fabryki), 500, 1000 i 2000 oraz na różnych kierunkach: N, S, E, W.

Ogółem na obszarze Lublina wyznaczono 37 punktów badań (ryc. 1). Z punktów tych pobrano próby gleb oraz próby roślin: liście topoli oraz krwawnik pospolity. Rośliny pobrano w czerwcu, jednorazowo.

Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń wokół fabryki przeanalizowano w oparciu o procentowy udział wiatrów dolnych, obliczając na tej podstawie teoretyczne wartości stężeń metali na badanych kierunkach: N, S, E, W.

Analiza gleb została omówiona w poprzedniej pracy autorów (10).

W pobranych próbach zawartość metali ciężkich oznaczono metodą spektrograficzną (2).

WYNIKI BADAŃ

1. Zawartość metali ciężkich w roślinach

Z analizy średnich stężeń metali w roślinach (tab. 2) wynika, że próg szkodliwych koncentracji (3) przekroczony jest średnio o około 40% w odniesieniu do ołowiu. Zaznacza się jednak różna zdolność akumulacji przez badane gatunki roślin. Wyższe koncentracje kadmu stwierdzono w liściach topoli (średni 0,68 mg/kg) niż w krwawniku pospolitym (średni 0,25 mg/kg).

Stężenia miedzi zawierały się w przedziale przeciętne (3) i w obu badanych gatunkach były zbliżone.

Zawartość metali w glebach nie wywiera jednoznacznego wpływu na ich koncentracje w roślinach (tab. 1), a przyczyny tego faktu szukać należy w skali zanieczyszczenia oraz pobierania ich drogą doliśną (1).

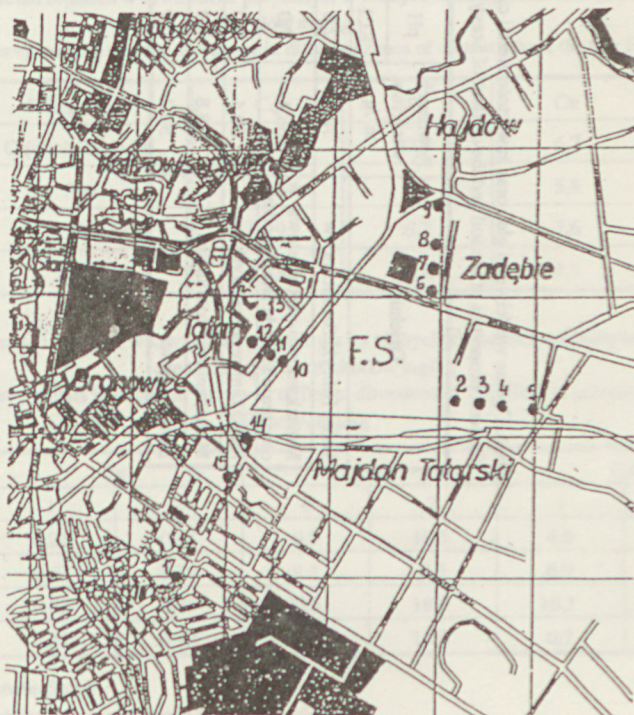
1.1. Zawartość metali w roślinach z dzielnic o różnych funkcjach gospodarczych

Uzyskane dane analityczne wskazują, że zawartość metali ciężkich w roślinach jest koncentracją różnych rodzajów i intensywności działających presji (tab. 1). Wysokie stężenie **kadmu** stwierdzono w roślinach z terenu Fabryki Samochodów, a podwyższone w roślinach z dzielnicy otaczającej fabrykę. W pozostałych badanych dzielnicach koncentracje tego metalu były zdecydowanie niższe.

Najwyższe, powyżej dopuszczalnych (3), stężenia **ołowiu** zanotowano w roślinach z dzielnic mieszkaniowych, mieszkaniowo-komunalnych i mieszkaniowo-przemysłowych (krwawnik pospolity).

Stężenia ołowiu w roślinach z pozostałych obszarów badań, (teren fabryki i dzielnice otaczające) były niższe i znajdowały się na granicy koncentracji dopuszczalnych (3).

W zawartości **miedzi** w roślinach brak jest wyraźniejszych prawidłowości związanych z ich pochodzeniem, natomiast jest faktem, że są to koncentracje notowane dla terenów rustykalnych (3, 9).



Ryc. 1. Rozmieszczenie punktów badań w dzielnicach Lublina
Distribution of investigation points in Lublin's districts

Tab. 1. Ogólne właściwości gleb oraz zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach z dzielnic Lublina o różnych funkcjach gospodarczych
General properties of the soil and the content of heavy metals in soils and plants from Lublin's districts of different economic functions

Dzielnica	Powierzch. właściwa m ² /g	pH	Metale ciężkie mg/kg			Topola (liście) mg/kg			Krwawnik pospolity mg/kg		
		KCl	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu	Cd	Pb	Cu
Teren Fabryki Samochodów	78,0	7,0	63	211	88	2,09	11	7,1	n.o.	n.o.	n.o.
Mieszkaniowo-przemysłowa w otoczeniu Fabryki Samochodów	68,4	7,0	3	49	22	0,78	10	6,4	0,49	11,8	7,1
Mieszkaniowo-przemysłowa	60,4	7,0	5	83	21	0,02	10	5,8	0,41	16,2	8,0
Mieszkaniowo-komunalna	108,8	6,9	4	65	24	0,28	14	8,0	0,03	15,0	4,8
Mieszkaniowa	50,2	6,9	5	41	16	0,21	17	5,3	0,08	21,8	6,0

Zawartość metali w roślinach zależy w głównej mierze od rodzaju i intensywności działających zanieczyszczeń, co decyduje również o poziomie zanieczyszczenia gleb, a w mniejszej mierze decydują tu ogólne właściwości gleb (tab. 1).

1.2. Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Fabrykę Samochodów na zawartość metali w roślinach

Zawartość metali ciężkich w krwawniku pospolitym była zróżnicowana w zależności od oddalenia od fabryki (tab. 3). Najwyższe zawartości kadmu stwierdzono w roślinach rosnących w największym oddaleniu – 2000 m i obok fabryki, natomiast w miarę oddalania się od niej, stężenia tego metalu rosły. Podobne zależności stwierdzono w zawartości ołowiu z tym, że najwyższe koncentracje zanotowano w roślinach obok zakładu.

Tab. 2. Średnia zawartość oraz wahania stężeń metali ciężkich w roślinach z terenu miasta Lublina mg/kg
Mean content and fluctuations of heavy metals concentrations in the plants from the area of Lublin, mg/kg

Roślina	Cd	Pb	Cu
Topola (liście)	$\frac{0,68}{0,02 - 4,42}$	$\frac{12,4}{2,2 - 34,0}$	$\frac{6,5}{3,8 - 12,0}$
Krwawnik pospolity	$\frac{0,25}{0,02 - 2,40}$	$\frac{16,2}{2,6 - 50,0}$	$\frac{6,7}{4,2 - 17,0}$

Tab. 3. Zawartość metali ciężkich w krwawniku pospolitym w różnych strefach oddalenia od Fabryki Samochodów mg/kg
The content of heavy metals in common yarrow in different zones of distance from the Car Factory, mg/kg

Odległość m	Cd	Pb	Cu
O (obok Zakładu)	0,44	43,4	6,7
500	0,18	8,5	5,8
1000	0,29	6,7	7,6
2000	1,08	18,0	8,9

Tab. 4. Zawartość metali ciężkich w krwawniku pospolitym na różnych kierunkach oddziaływania zanieczyszczeń z Fabryki Samochodów mg/kg
The content of heavy metals in common yarrow at different directions of the effect of pollution from the Car

Factory, mg/kg

Kierunek	Cu		Pb		Cu	
	1	2	1	2	1	2
N	0,21	0,44	6,5	10,5	4,8	6,3
S	0,62	0,37	8,4	8,8	6,9	5,3
E	0,83	0,75	23,5	18,0	10,1	10,9
W	0,32	0,42	8,9	10,0	6,7	5,8

1 – zawartość stwierdzona

2 – zawartość obliczona na podstawie % udziału wiatrów

Nie stwierdzono natomiast wyraźniejszego wpływu oddalenia się od fabryki na zawartość miedzi w analizowanej roślinie.

Zróznicowaną zawartość metali stwierdzono również w krwawniku pospolitym rosnącym na różnych kierunkach w stosunku do fabryki (tab. 4).

Najwyższe stężenie kadmu posiadały rośliny na kierunku wschodnim oraz południowym, a znacznie niższe na zachodnim i północnym:

$$E > S > W > N$$

Szereg powyższy nie w pełni pokrywa się z zawartością kadmu obliczoną w oparciu o procentowy udział wiatrów:

$$E > N > W > S$$

Podobne uszeregowanie jak kadmu stwierdzono w przypadku miedzi. Dla zawartości ołowiu szereg empiryczny jest następujący:

$$E > W > S > N, \text{ zaś obliczony w oparciu o udział wiatrów: } E > N > W > S.$$

Najbardziej zanieczyszczone metalami są rośliny na kierunku wschodnim, co jednoznacznie pokrywa się również ze znacznym – 17% udziałem wiatrów na tym kierunku (5, 6).

W przypadku, gdy udział wiatrów jest znacznie niższy (8–10%) szeregi: empiryczny i teoretyczny są rozbieżne, na co prawdopodobnie mają wpływ zanieczyszczenia emitowane z innych źródeł (5).

PODSUMOWANIE

Zanieczyszczenia emitowane w procesie różnej gospodarczej działalności człowieka powodują wzrost w środowisku stężeń metali ciężkich (3, 8). Zjawisko to jest szczególnie wyraźne w ośrodkach zurbanizowanych i uprzemysłowionych. Niniejsze badania wykazały, że na terenie miasta Lublina pewne zagrożenie dla szaty roślinnej stwarza ołów i kadm, zaś miedź występuje w koncentracjach przeciętnych. W porównaniu do ośrodków większych, bardziej uprzemysłowionych (3, 4), uzyskane stężenia są znacznie niższe.

W ośrodkach zurbanizowanych rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń modyfikowane jest przez rodzaj zabudowy, co zniekształca izolinie zanieczyszczeń powodowane przez wiatr, a także nakładanie się zanieczyszczeń pochodzących z wielu źródeł (punktowych jak i rozproszonych). Wydzielanie zatem wpływu na środowisko zanieczyszczeń emitowanych przez pojedyncze źródło jest niezwykle trudne do przeprowadzenia, nawet gdy emituje ono znaczny ładunek zanieczyszczeń. Trudno jednoznacznie określić czy stwierdzony w pracy wzrost koncentracji metali w roślinach na dalszych odległościach od fabryki – jest wynikiem emitowanych przez nią drobnodyspersyjnych zanieczyszczeń (3, 6, 8), czy też pochodzących z innych źródeł zanieczyszczeń.

Modyfikacja rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń jest mniejsza, gdy czynnik ją powodujący jest znaczny, a nasycenie infrastrukturą obszaru jest mniejsze, co wynika np. z analizy w niniejszej pracy udziału wiatrów, szczególnie na kierunku wschodnim.

Istotnym, co wykazano w niniejszej pracy jest analiza zawartości metali w środowisku miejskim zróznicowanym pod względem funkcji społeczno-gospodarczych, a różnice stężeń informują o rodzaju i specyfice emitowanych zanieczyszczeń.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można sprecyzować następujące wnioski:

1. Z badanych roślin z terenu Lublina wysoką zawartość kadmu zanotowano w liściach topoli, zaś ołowiu w krwawniku pospolitym. Stężenie miedzi w obu gatunkach zawierały się w przedziale przeciętnych.

2. Wysokie stężenie kadmu stwierdzono w roślinach z terenu Fabryki Samochodów, a podwyższone z działnicy ją otaczającej. Stężenia w roślinach z działnic pozostałych były niższe, ale zawierały się na granicy dopuszczalnych. Najwyższe stężenia ołowiu zanotowano w roślinach z działnic mieszkaniowych, następnie z mieszkaniowo-komunalnych i przemysłowych.

3. Najwyższe koncentracje metali zanotowano w roślinach w bezpośrednim sąsiedztwie i w największym z badanych oddaleniu od fabryki. Związane jest to z dyspersją emitowanych zanieczyszczeń, a prawdopodobnie również z nakładaniem się zanieczyszczeń z innych źródeł emisji.

4. Rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w środowisku miejskim modyfikowane jest przez zawartość zabudowy oraz nakładanie się zanieczyszczeń z wielu źródeł o czym świadczą rozbieżności oznaczonych stężeń metali do ich koncentracji obliczonych w oparciu o % udziału wiatrów. Dla kadmu i miedzi szeregi te mają przebieg:

empiryczny: $E > S > W > N$, teoretyczny: $E > N > W > S$
zaś dla ołowiu odpowiednio: $E > W > S > N$ i $E > N > W > S$.

PIŚMIENNICTWO

1. Czarnowska K.: Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy. Roczn. Glebozn. XXXI/1, 1980.
2. Gliński J., Baran S., Warda Z.: Wzbudzenie materiałów rolniczych w spektralnej analizie emisyjnej. Problemy Agrofizyki 12, 1974.
3. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geologiczne. 1979.
4. Komornicki T., Oleksynowa K.: Zawartość ołowiu i cynku w glebach Plant Krakowskich. Roczn. Glebozn. t. XL, 2, 1989.
5. Kulczycki A.: Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie woj. lubelskiego - główne obszary degradacji środowiska naturalnego w woj. lubelskim i bezinwestycyjne sposoby jego zmniejszenia. Lublin 1978.
6. Kukier U.: Wpływ skażenia popiołem na właściwości oksydo-redukcyjne, odczyn gleby oraz rozpuszczalność ołowiu, cynku i miedzi. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E, vol. XLIII, 15, 1988.
7. Roszyk E., Roszyk S.: Ołów w glebach i roślinach w pobliżu dróg na terenie Wrocławia. Roczn. Glebozn. XXVI/1, 1975.
8. Siuta J. i in.: Ochrona i rekultywacja gleb. PWN, Warszawa 1978.
9. Turski R., Wójcikowska-Kapusta A.: Ocena zanieczyszczenia środowiska w Lublinie na przykładzie zawartości Pb, Cu, Zn, B, Ni, Cr i V w glebach i roślinach. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E, vol. XLVI, 1990.
10. Turski R., Baran S., Martyn W., Wójcikowska-Kapusta A.: Przestrzenne rozmieszczenie metali ciężkich w glebach jako wskaźnik zanieczyszczenia miasta Lublina. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E, vol. XLVII, 1991.

SUMMARY

An analysis was made of the content of cadmium, lead and copper in poplar leaves and common yarrow taken from Lublin's districts performing different economic functions. The analysis also concerned the content of metals in plants taken at different directions and distances around the Car Factory.

The studies found out high and increased content of cadmium and lead, and average content of copper, which was connected with the function of a given district. It was observed that the role of the wind in the pollution spread in an urbanized environment is modified by building density and by overlapping of pollution from a number of sources of emission, which on the other hand makes it impossible to determine the negative influence of a single source of emission.