

TERESA KOZANECKA, KRYSZYNA CZARNOWSKA,
WOJCIECH KWASOWSKI

NAGROMADZENIE METALI CIĘŻKICH W GLEBACH W OTOCZENIU STACJI BENZYNOWYCH W WARSZAWIE

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

W ostatnich latach wzrosła liczba pojazdów samochodowych w Polsce. W związku z tym powstało wiele stacji benzynowych, które znajdują się zarówno w obrębie miast, jak i poza nimi na terenach rolniczych. Wzmożony ruch pojazdów przy stacjach benzynowych może być przyczyną zanieczyszczenia gleb głównie poziomów A metalami ciężkimi, zwłaszcza ołowiem [Alloway 1995; Pauksztó i in. 1998].

W celu oceny stopnia zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi poziomów A gleb zieleńców położonych w otoczeniu stacji benzynowych na terenie Warszawy oznaczono zawartość Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni i Co w poziomach póchnicznych.

MATERIAŁ I METODYKA

Warszawa zajmuje powierzchnię 494,3 km², a liczba mieszkańców w roku 1997 wynosiła 1 621,083. W Warszawie i woj. warszawskim liczba zarejestrowanych samochodów osobowych dochodziła do 861,5 tys., a ciężarowych – 159,2 tys. [Rocz. Statyst. Warszawy 1998].

W roku 1998 badaniami objęto gleby położone w otoczeniu trzydziestu stacji benzynowych, funkcjonujących ponad 20 lat w różnych dzielnicach Warszawy (dane WIOŚ). Glebę pobierano z czterech różnych miejsc z danej powierzchni, z głębokości 0–10 cm.

Próbki gleby, po wysuszeniu, oddzieleniu szkieletu, przetarciu w młynie agatowym i spopieleniu materii organicznej w temp. 480–500 °C, trawiono na gorąco 20% HCl. W uzyskanych roztworach oznaczono: Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni i Co techniką atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA), na aparacie Perkin-Elmer 2100.

Dodatkowo oznaczono w glebie zawartość węgla organicznego – metodą Tiurina. Zawartość C-organicznego wahała się w szerokich granicach od 0,57 do

12,24%. Tak duża zawartość C-organicznego w glebach przy stacjach benzynowych wynika z częstego odnawiania zielenców i wymienianego podłoża (dodawanie torfu lub trocin).

Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich i C-organicznego w omawianych glebach zostały opracowane statystycznie w Katedrze Statystyki Matematycznej i Doświadczalnictwa SGGW.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartości Zn, Cu, Pb, Cr, Ni i Co w poziomach A gleb w otoczeniu stacji benzynowych wykazują duże odchylenie od tła geochemicznego. Nagromadzenie Zn, Pb, Cu i Cd było największe, zaś znacznie mniejsze Cr, Ni i Co (tab. 1 i 2).

Zawartość Zn w badanych glebach przy stacjach benzynowych wynosiła średnio 236,7 mg/kg przy wahaniami od 80 do 450 mg/kg. Zawartość cynku była zróżnicowana zarówno między dzielnicami, jak i ulicami w danej dzielnicy. Maksymalne ilości cynku w poziomach A występowały w dzielnicach: Śródmieście (obiekt nr 2 – 432 mg/kg) oraz na Mokotowie (obiekt nr 21 – 450 mg/kg), zaś najmniejszą ilość tego pierwiastka zanotowano w dzielnicy Praga Północ (obiekt nr 28 – 80 mg/kg). Do dzielnic, które można uznać za zanieczyszczone cynkiem, należą: Wola, Praga Południe oraz 4 powierzchnie znajdujące się w Śródmieściu (obiekty nr 1,2,4,5). Natomiast Praga Północ i Ochota to dzielnice o mniejszym zanieczyszczeniu poziomu A cynkiem. W badanych glebach uzyskano istotną korelację między zawartością cynku i ołowiu, co wskazuje na zanieczyszczenia komunikacyjne tymi metalami (tab. 3).

Zawartość Cu w poziomach A gleb przy stacjach benzynowych w porównaniu z tłem była od 1,8 do 38,8 razy większa (tab. 1). Należy podkreślić, że przy stacji benzynowej – ul. Srebrna (obiekt nr 12) w dzielnicy Wola i ul. Trocka (obiekt nr 29) – Praga Północ stwierdzono największą zawartość Cu, tj. 276 i 184 mg/kg. Duże zanieczyszczenie miedzią w tych miejscach wynika prawdopodobnie z działalności wcześniej istniejących tam zakładów mechanicznych. Tylko w dzielnicy Mokotów (obiekty nr 22, 23, 24) w porównaniu z pozostałymi powierzchniami stwierdzono najmniejsze ilości tego pierwiastka (14–18 mg/kg). Zanieczyszczenie miedzią poziomów A gleby w pozostałych dzielnicach było podobne. Zawartość miedzi była istotnie skorelowana z ilością kadmu (tab. 3).

Zawartość Pb w poziomach A gleb przy stacjach benzynowych mieściła się w zakresie od 48 do 270 mg/kg. Na ogół gleby przy stacjach benzynowych w badanych dzielnicach mało różniły się pod względem zawartości tego pierwiastka. Tylko wokół stacji benzynowych w dzielnicy Wola stwierdzano większe zawartości ołowiu niż wokół pozostałych stacji. Natomiast prawie 2-krotnie mniej ołowiu w stosunku do wartości średniej (159 mg/kg) zanotowano przy niektórych stacjach benzynowych położonych w dzielnicach: Śródmieście – obiekt nr 6 (wartwa nasypana) i obiekty nr 8 i 9, Ochota (obiekt nr 19) i Praga Północ (obiekt nr 28).

Zawartość kadmu wahała się od 0,36 do 2,86 mg/kg i była od 2 do 16 razy większa w porównaniu z tłem geochemicznym. Na ogół zawartość kadmu w poziomach A badanych gleb była zbliżona na poszczególnych obiektach. Tylko w dwóch obiektach (nr 10 i 15) stwierdzono więcej kadmu. Zawartość kadmu nie przekroczyła wartości granicznej – 3 mg/kg.

TABELA 1. Ogólna zawartość metali ciężkich i C-organicznego w glebach przy stacjach benzynowych w Warszawie (1998)

TABLE 1. Total content of heavy metals and organic carbon in soils near petrol station of the Warsaw (1998)

| Lp. | Lokalizacja | Zn | Cu | Pb | Cd | Cr | Ni | Co | C |
|-------------------------------|--|--------------|-----|-----|------|----|------|------|-------|
| | | [mg/kg s.m.] | | | | | | | |
| Śródmieście | | | | | | | | | |
| 1 | ul. Żurawia | 356 | 48 | 199 | 1,10 | 26 | 25 | 4,4 | 1,79 |
| 2 | ul. Smolna | 432 | 41 | 178 | 0,62 | 22 | 25 | 3,4 | 3,38 |
| 3 | ul. Orla | 225 | 19 | 195 | 0,98 | 65 | 67 | 7,6 | 5,42 |
| 4 | ul. Bartoszewicza | 348 | 37 | 188 | 1,10 | 30 | 28 | 5,5 | 1,45 |
| 5 | ul. Dobra | 280 | 26 | 180 | 0,98 | 32 | 36 | 5,4 | 3,75 |
| 6 | Al. Niepodległości (przy zbiornikach) | 200 | 28 | 109 | 0,98 | 35 | 40 | 5,6 | 6,89 |
| 7 | (warstwa nasypiana) | 179 | 32 | 84 | 0,80 | 34 | 45 | 6,8 | 10,32 |
| 8 | ul. Sanguski | 195 | 23 | 80 | 0,64 | 29 | 34 | 4,6 | 2,70 |
| 9 | ul. Wioślarska | 110 | 28 | 84 | 1,02 | 38 | 37 | 5,6 | 4,00 |
| Wola | | | | | | | | | |
| 10 | ul. Grzybowska | 276 | 44 | 263 | 2,70 | 29 | 44 | 6,4 | 4,56 |
| 11 | ul. Srebrna | 364 | 276 | 250 | 1,20 | 55 | 64 | 7,2 | 2,70 |
| 12 | ul. Połczyńska | 300 | 25 | 270 | 0,98 | 29 | 36 | 5,4 | 8,80 |
| Żoliborz | | | | | | | | | |
| 13 | ul. Marymoncka | 268 | 45 | 197 | 0,38 | 24 | 22 | 2,4 | 3,05 |
| 14 | ul. Powązkowska | 219 | 22 | 183 | 0,68 | 33 | 25 | 3,6 | 2,05 |
| 15 | ul. Słowackiego | 276 | 83 | 192 | 2,86 | 38 | 39 | 5,4 | 3,58 |
| Ochota | | | | | | | | | |
| 16 | ul. Wawelska/ /Krzywickiego (warstwa z torfem) | 120 | 25 | 159 | 1,20 | 54 | 64 | 10,4 | 12,24 |
| 17 | ul. Bitwy Warszawskiej | 138 | 20 | 108 | 1,08 | 37 | 44 | 5,8 | 4,20 |
| 18 | Al. Krakowska/Hynka | 222 | 66 | 172 | 0,96 | 34 | 47 | 5,9 | 3,90 |
| 19 | ul. Daleka | 154 | 27 | 75 | 0,48 | 26 | 29 | 5,0 | 0,57 |
| Mokotów | | | | | | | | | |
| 20 | ul. Rakowiecka | 220 | 39 | 145 | 0,82 | 33 | 36 | 4,8 | 2,50 |
| 21 | ul. Postępu | 450 | 23 | 154 | 0,78 | 40 | 39 | 6,2 | 1,36 |
| 22 | ul. Dolna | 278 | 18 | 153 | 0,60 | 20 | 18 | 3,2 | 2,50 |
| 23 | ul. Czerniakowska | 189 | 14 | 190 | 0,62 | 26 | 28 | 3,6 | 2,16 |
| 24 | ul. Powsińska | 150 | 15 | 138 | 0,36 | 29 | 27 | 3,2 | 1,36 |
| Praga Północ | | | | | | | | | |
| 25 | Al. Solidarności | 160 | 19 | 231 | 0,60 | 36 | 35 | 4,6 | 2,02 |
| 26 | ul. Jagiellońska | 250 | 43 | 180 | 0,76 | 29 | 31 | 4,4 | 2,29 |
| 27 | ul. Marcinkowskiego | 161 | 39 | 117 | 0,78 | 39 | 27 | 4,2 | 2,70 |
| 28 | ul. Bystra | 80 | 19 | 48 | 0,76 | 32 | 33 | 5,4 | 1,60 |
| 29 | ul. Trocka | 182 | 184 | 184 | 0,72 | 32 | 33 | 5,4 | 3,15 |
| Praga Południe | | | | | | | | | |
| 30 | Al. Waszyngtona/ /Saska | 392 | 23 | 187 | 0,92 | 37 | 26 | 5,8 | 2,09 |
| Tło kontrola – control | | 30 | 7,1 | 9,8 | 0,18 | 27 | 10,2 | 4,0 | – |

TABELA 2. Statystyczna ocena wyników zawartości metali ciężkich [mg/kg s.m.] i C-organicznego [%]

TABLE 2. Statistic assessment of content of heavy metals [mg/kg d.m.] and organic carbon contents [%]

| Pierwiastek Element | Wahania Range | Średnia Mean | Odchylenie standardowe Standard deviation | V [%] C.V. [%] |
|------------------------|-------------------|-----------------|--|-------------------|
| Zn | 80–450 | 236,7 | 95,41 | 40,31 |
| Cu | 14,0–83,0 (276,0) | 31,5 (44,7) | 3,02 | 50,87 |
| Pb | 48–270 | 159,2 | 10,36 | 34,36 |
| Cd | 0,36–2,86 | 0,95 | 0,11 | 59,33 |
| Cr | 20–65 | 33,4 | 1,73 | 27,31 |
| Ni | 18–67 | 35,2 | 2,14 | 32,09 |
| Co | 2,4–10,4 | 5,16 | 0,30 | 30,49 |
| C-org. [%] | 0,57–12,24 | 3,69 | 0,53 | 75,43 |

Zawartość chromu, niklu i kobaltu w poziomach A gleb przy stacjach benzynowych nieznacznie wzrosła w porównaniu z tłem geochemicznym. Tylko zawartość niklu przy niektórych stacjach przekroczyła 6-krotnie wartość tła (tab. 1). Średnia zawartość tych metali wynosiła w mg/kg: Cr – 33, Ni – 35, Co – 5,2. Zawartość Cr i Co była zbliżona do tła. W otoczeniu trzech stacji benzynowych (obiekty nr 3, 11 i 16) stwierdzono największe zawartości Cr, Ni i Co. Zawartość chromu była istotnie skorelowana z nikiem i kobaltem, nikiel zaś tylko z kobaltem. Użytkano także istotną korelację między procentową zawartością C-organicznego a ilością niklu i kobaltu (tab. 3).

TABELA 3. Współczynniki korelacji liniowej (r) między zawartością metali ciężkich i węgla organicznego

TABLE 3. Coefficients of correlation (r) between heavy metals and organic carbon amount

| Pierwiastek – Element | r |
|-----------------------|---------|
| Zn – Pb | 0,526** |
| Cu – Cd | 0,590** |
| Cr – Ni | 0,830** |
| Cr – Co | 0,753** |
| Ni – Co | 0,875** |
| Ni – % C-org. | 0,658** |
| Co – % C-org. | 0,673** |

** P = 0,01

benzynowych układała się następująco w szereg malejący: Zn > Pb > Ni > Cr > Cu > Co > Cd.

DYSKUSJA

Rozpatrując występowanie ogólnej zawartości Zn, Cu, Pb i Cd w wierzchniej warstwie gleb wokół stacji benzynowych na terenie Warszawy, należy podkreślić, że maksymalne zawartości tych metali były zbliżone do ilości, które występowały w glebach zielenców przyulicznych Warszawy, Łodzi, Plant Krakowskich oraz w niektórych glebach Lublina, Poznania i Wrocławia [Czarnowska 1980, 1997, 1999; Komornicki i Oleksynowa 1989; Kukier 1991; Siepak i in. 1996; Lewandowski i in. 1998; Meinhardt 1998].

Badane gleby w otoczeniu stacji benzynowych zostały zanieczyszczone niektórymi metalami ciężkimi w podobnym stopniu jak gleby zielenców przyulicznych stolicy. Wynika to z faktu, że większość stacji benzynowych znajduje się przy ulicach o dużym natężeniu ruchu samochodowego.

Należy nadmienić, że zawartość Zn, Cu, Cd, Cr i Ni w poziomach A badanych gleb była zbliżona do ilości tych metali stwierdzonych w pyłe ulicznym Warszawy [Czarnowska, Bednarz 2000]. Tylko średnia zawartość ołowiu przy stacjach benzynowych była 2-krotnie większa niż w pyłe ulicznym.

Z badań Paukszto i in. [1998] wynika, że w glebach w pobliżu 45 stacji benzynowych zlokalizowanych w województwach: częstochowskim, bielskim, katowickim, krakowskim i opolskim ogólna zawartość ołowiu mieściła się w zakresie 203–1153 mg/kg. Gleby w otoczeniu stacji w wymienionych województwach były więc bardziej zanieczyszczone ołowiem niż gleby przy stacjach benzynowych w Warszawie.

WNIOSKI

1. W poziomach A gleb przy stacjach benzynowych na terenie Warszawy stwierdzono duże nagromadzenie Zn, Cu, Pb, Cd. Akumulacja tych metali jest różna w zależności od dzielnicy jak i ulicy, przy której usytuowana jest stacja benzynowa.
2. Średni wskaźnik nagromadzenia metali ciężkich w glebach przy stacjach benzynowych wynosi: Pb (16,2), Zn (7,9), Cd (5,3), Cu (4,4), Ni (3,5), Co (1,3), Cr (1,2).
3. Wierzchnie poziomy badanych gleb należy zaliczyć do zanieczyszczonych ołowiem, cynkiem, miedzią i kadmem.

Analizy chemiczne wykonali Piotr Frydrych i Karol Kluczek, a obliczenia statystyczne – mgr Elżbieta Wieteska-Górczyńska, za co serdecznie dziękujemy.

LITERATURA

- ALLOWAY B. J. (red.) 1995: Heavy metals in soils. Blackie Academic and Profesional, Wester Cleddens Rvad, Glasgow.
- CZARNOWSKA K. 1980: Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **31**, 1: 77–115.
- CZARNOWSKA K. 1997: Poziom niektórych metali ciężkich w glebach i liściach drzew miasta Łodzi. *Rocz. Glebozn.* **48**, 3/4: 49–61.
- CZARNOWSKA K. 1999: Metale ciężkie w glebach zieleńców Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **50**, 1/2: 31–40.
- CZARNOWSKA K., BEDNARZ I. 2000: Content of heavy metals in street dust from Warsaw. *Rocz. Glebozn.* **51**, 3/4 (w druku)
- KOMORNICKI T., OLEKSYNOWA K., 1989: Zawartość ołowiu i cynku w glebach Plant Krakowskich. *Rocz. Glebozn.* **40**, 2: 213–326.
- KUKIER U., 1991: Metale ciężkie w atmosferze i glebach Lublina. *Arch. Ochrony Środowiska*, **2**: 117–138.
- LEWANDOWSKI P., BURGHARDT W., ILNICKI P. 1998: Metale ciężkie w glebach doliny Warty w obrębie miasta Poznania. *Rocz. Glebozn.* **49**, 3/4: 19–29.
- MEINHARDT B. 1998: Stan środowiska przyrodniczego Wrocławia ze szczególnym uwzględnieniem gleb. *Zesz. Naukowe AR we Wrocławiu, Rolnictwo*, **347**: 9–41.
- PAUKSZTO A., KWAPULIŃSKI J., WIECHULA D., ROCHEL R., PORAŃSKI M. 1998: Występowanie ołowiu w glebie w otoczeniu stacji paliw. W: Ołów w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne. *Zesz. Nauk. Komitetu „Człowiek i Środowisko” PAN*, **21**: 113–119.
- ROCZNIK STATYSTYCZNY WARSZAWY, 1998: Urząd Statystyczny w m. st. Warszawie.
- SIEPAK J., ELBANOWSKA H., KOZACKI L. 1996: Arrangement contamination of soil by heavy metals near public main roads in the city of Poznań. *Pol. J. Environ. Stud.* **3**, 2: 45–48.

Teresa Kozanecka, Krystyna Czarnowska,
Wojciech Kwasowski

ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE SOILS NEAR PETROL STATIONS IN WARSAW

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

The total Zn, Cu, Pb, Cd, Cr, Ni and Co concentration was investigated in the soil samples charged in the 30 petrol stations' surroundings which have existed more than 20 years. It has been found that the content Cr, Ni and Co in the soils in the petrol stations' surrounding approximated geochemic background, however they have a great amount of Zn, Cu, Pb and Cd. The soils in the petrol stations' surrounding were contaminated by Zn, Cu, Pb and Cd in the different measure.

Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1999 r.

Dr Teresa Kozanecka

Katedra Gleboznawstwa SGGW

02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30