

Katarzyna Król*, Beata Smolińska*

WYSTĘPOWANIE ŻELAZA W GLEBACH MIASTA ŁODZI

THE CONCENTRATION OF IRON IN SOIL OF ŁÓDŹ CITY

Słowa kluczowe: żelazo, metale ciężkie, zanieczyszczona gleba, środowisko.

Key words: iron, heavy metals, contaminated soil, environment.

Iron is one of the main chemical element of the globe. It occurs commonly in all types of geochemical and biological environments. It is one of the most moveable element in the soil. Due to the currently increasing influence of anthropogenic factors, we observed a significant change in the behavior of iron in soils. Moreover, the general geochemical cycle of this element is disturbed. Therefore, it is necessary to control of the metal pollution of the environment systematically, including soil. Especially in the potentially affected areas such as urban agglomerations.

The purpose of this study was to examine the concentration of iron in the soils of the city of Lodz. The samples were collected from several locations in the city from surface layer of the soil (0–30 cm). The concentration of this metal was measured using the AAS method. The studies have also identified the basic parameters of soils.

The results showed that the highest concentration of iron is observed in the Klepacz Park, while the lowest content of this metal was measured in sample taken from Szparagowa Street near ZTK "Teofilów SA company. Probably such results are determined by the fact that the Klepacz Park is located in the city centre and it is fertilized quite often what can cause increasing concentration of many metals, including iron.

1. WPROWADZENIE

Żelazo jest istotnym elementem niezbędnym do życia. Wiele rozważań naukowców koncentruje się obecnie nie tylko na korzystnej funkcji tego pierwiastka, ale zwraca również

* *Mgr inż. Katarzyna Król, dr inż. Beata Smolińska – Instytut Podstaw Chemii Żywności, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 4/10; 90-924 Łódź; tel.: 42 631 34 10; e-mail: katarzyna.krol@op.pl*

uwagę na możliwość toksycznego wpływu tego metalu na organizmy. Dzieje się tak szczególnie w razie przewlekłego obciążenia bądź też nadmiernej ekspozycji na ten pierwiastek [Gurzau i in. 2003].

Makroelement ten występuje praktycznie we wszystkich elementach środowiska, zarówno w wodzie, jak i powietrzu, organizmach żywych oraz w glebie. Stanowi naturalny składnik gleb i w większości z nich występuje w stosunkowo dużych ilościach. Obserwuje się natomiast, że w glebach położonych na terenach zurbanizowanych koncentracja tego metalu jest znacznie podwyższona [Yang i in. 2001, Schmidt 2003]. Większość z form żelaza występujących w glebach jest trudno dostępna dla roślin [Schmidt 2003]. Jednak rośliny wykształciły szereg mechanizmów molekularnych umożliwiających im przekształcenie na drodze przemian chemicznych i enzymatycznych trudno dostępnych form żelaza do postaci łatwo przyswajalnych przez ich komórki [Thimm i in. 2001, Negishi i in. 2002, Wang i in. 2002]. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż bardzo ważnym czynnikiem warunkującym biodostępność tego pierwiastka dla roślin jest odczyn gleby. Wpływa on na formy występowania tego metalu w glebie [Pullin, Cabaniss 2003]. Skażenie tym metalem gleb, z których jest pobierany przez rośliny, może prowadzić do włączenia tego metalu do łańcucha pokarmowego, którego ostatnim ogniwem jest człowiek. Zatem wysokie koncentracje żelaza w glebach mogą w sposób pośredni wpływać na zdrowie ludzi poprzez powstawanie takich schorzeń, jak: włóknienie wątroby, cukrzyca, niewydolność serca i wiele innych [Bassett 2001, Hash 2001, Schumann 2001]. Dlatego konieczne stało się systematyczne kontrolowanie stanu zanieczyszczenia środowiska, w szczególności gleb, na terenach potencjalnie najbardziej narażonych na występowanie skażenia, jakimi niewątpliwie są tereny zurbanizowane.

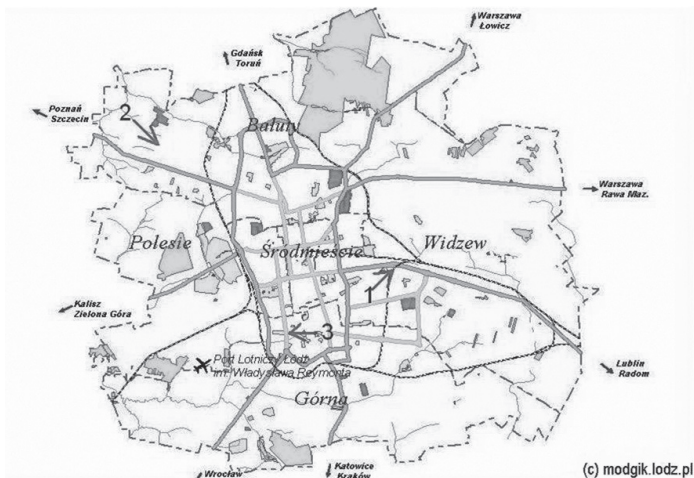
2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ – MIEJSCA POBORU PRÓB

Poboru próbek gleb dokonano w trzech różnych miejscach na terenie miasta Łodzi. Próbkę gleby została pobrana przy użyciu sondy gleboznawczej do głębokości 30 cm. Każda z prób została podzielona na dwie warstwy: górną (0–10cm) oraz dolną (10–30 cm). Każda warstwa analizowana była oddzielnie.

Pierwsza z prób została pobrana wzdłuż torowiska tramwajowego przy ulicy Piłsudskiego 148. Próba była pobierana w odległości około 0,5 m od linii tramwajowej oraz około 2 m od jezdni.

Druga z prób pochodziła z terenów usytuowanych w sąsiedztwie zakładu ZTK „Teofilów” S.A przy ulicy Szparagowej 6/8.

Trzecia z prób została pobrana z Parku im. ks. bp. Michała Klepacza, leżącego pomiędzy ulicami: Wólczańską, Skorupki oraz al. Politechniki. Próby pochodziły z okolic nasadzeń dębu szypułkowego Fabrykant.



Rys. Miejsca poboru prób

Fig. The places where soil samples were taken

3. METODYKA BADAŃ

3.1. Przygotowanie materiału glebowego do oznaczeń

W próbach materiału glebowego oznaczono:

- 1) odczyn gleby (pH w H_2O i w KCl) metodą potencjometryczną;
- 2) absolutnie suchą masę metodą wagową;
- 3) zawartość wody higroskopijnej;
- 4) stężenie jonów żelaza metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej.

Przygotowanie próbek gleb do analizy rozpoczęło się procesem suszenia tych gleb na powietrzu, w czasie około dwóch tygodni. Kolejnym etapem było przesiewanie gleby do moździerza przez sito o średnicy oczek równej 2 mm. Następnym krokiem było roztarcie jej w dużym moździerzu i dotarcie w małym do konsystencji sypkiego proszku. Tak przygotowana gleba była wykorzystywana do dalszych oznaczeń.

3.2. Oznaczenie odczynu gleb

Oznaczenie odczynu gleb sprowadzało się do pomiaru odczynu zawiesiny gleby zarówno w wodzie destylowanej (pH_{H_2O} , co odpowiada czynnej kwasowości gleby), jak i w roztworze 1M KCl (pH_{KCl} , co odpowiada kwasowości wymiennej).

Przygotowano 10-gramowe naważki gleb, następnie przeniesiono je ilościowo do zlewek o pojemności 50 cm^3 . Tak przygotowane próbki zostały następnie zalane 25 cm^3 wody destylowanej (przy pomiarze kwasowości czynnej) oraz tą samą objętością 1M roztworu

KCl (przy pomiarze kwasowości wymiennej). Tak wykonaną zawiesinę zamieszano kilkakrotnie przy użyciu bagietki i pozostawiono do następnego dnia. Następnego dnia ponownie wymieszano zawiesinę oraz wykonano pomiar pH przy zastosowaniu pehametru z elektrodą szklaną [Lityński i in. 1976].

3.3. Oznaczenie zawartości wody higroskopijnej i absolutnie suchej masy

Oznaczenie zawartości wody higroskopijnej i absolutnie suchej masy wykonane zostało zgodnie z normą PN – ISO 11465:1999 (Jakość gleby. Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby. Metoda wagowa).

3.4. Oznaczanie zawartości jonów żelaza metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej

Przed wykonaniem oznaczenia jonów żelaza w absorpcyjnym spektrometrze atomowym próbki gleby wymagały wstępnego przygotowania, polegającego na przeprowadzeniu procesu ich mineralizacji.

Mineralizację prowadzono metodą „na mokro”, poprzez ogrzewanie próbek z dodatkiem silnych kwasów utleniających. Proces mineralizacji prowadzono w mineralizatorze mikrofalowym przy użyciu kwasu azotowego(V) i kwasu nadchlorowego. Przygotowano 1-gramowe naważki każdej z gleb, a następnie przeniesiono je ilościowo do kolb reakcyjnych. Próbki zalane zostały 10 ml mieszaniny mineralizacyjnej ($\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$ w stosunku 1:1) i pozostawiono je na około 18 godzin. Po upływie tego czasu próby poddano mineralizacji, którą zakończono w momencie otrzymania klarownego, czystego roztworu. Po zakończonym procesie, otrzymane klarowne mineralizaty zostały przesączone na sączku do kolb miarowych o pojemności 100 ml. W otrzymanych w ten sposób gotowych mineralizatach metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej oznaczona została w nich zawartość jonów żelaza.

4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Otrzymane wyniki pomiaru odczynu badanych gleb w wodzie destylowanej wahały się od 6,7 do 8,1, natomiast w 1M roztworze chlorku potasu wynosiły od 6,3 do 7,8 (tab. 1).

Na odczyn zasadowy gleb pobranych z ulicy Piłsudskiego i Szparagowej mogą wpływać masowo stosowane w czasie zimy środki chemiczne, służące utrzymaniu przejezdnej jezdni. Są one na pewno w znacznym stopniu akumulowane przez glebę, co znacznie podwyższa jej odczyn. Alkaliczność gleb w tym rejonie może być związana również ze znaczną emisją pyłów oraz nagromadzeniem gruzu wapiennego w wierzchnich warstwach gleby [Więckowski 1989]. Przy tak wysokim odczynie, jony żelaza są tylko w niewielkim stopniu pobierane przez rośliny. Następuje ich unieczynnienie i prawie całkowite wyłączenie z metabolizmu rośliny.

Gleba pobrana w Parku Klepacza wykazywała w profilu dolnym (10–30 cm) odczyn lekko kwaśny, natomiast w wierzchniej warstwie (0–10 cm) jej odczyn był obojętny. Na uwagę zasługuje fakt, iż gleba w Parku Klepacza była nawieziona z innego obszaru, dlatego nie ma ona parametrów charakterystycznych dla gleb leżących w jej sąsiedztwie. W glebie tej, podobnie jak w poprzednich próbach, dostępność jonów żelaza dla roślin jest niewielka.

Tabela 1. Zestawienie wyników pomiaru odczynu badanych gleb

Table 1. pH of analysed soil samples

Miejsce poboru próby		pH _(KCl)	pH _(H₂O)	Odczyn
Piłsudskiego	0–10 cm	7,6	7,8	zasadowy
	10–30 cm	7,7	8,0	zasadowy
Szparagowa	0–10 cm	7,7	7,9	zasadowy
	10–30 cm	7,8	8,1	zasadowy
Park Klepacza	0–10 cm	6,7	7,2	obojętny
	10–30 cm	6,3	6,7	lekko kwaśny

Oznaczenie wody higroskopijnej i absolutnie suchej masy zostało wykonane zgodnie z normą PN-ISO 11465:1999 (Jakość gleby. Oznaczenie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby. Metoda wagowa). Wyniki oznaczenia zestawiono w tabeli 2. Zawartość wody higroskopijnej w próbkach wahała się od 0,26 do 1,76%. Badanie zawartości wody higroskopijnej w glebie daje pogląd na temat stosunków wodnych w niej panujących. Na tej podstawie możemy wywnioskować o zdolnościach sorpcyjnych badanych gleb. Spośród badanych gleb największą pojemność sorpcyjną wykazywała gleba pobrana na terenie Parku Klepacza.

Tabela 2. Zawartość wody higroskopijnej i absolutnie sucha masa

Table 2. Content of hygroscopic water and dry weight of soil samples

Miejsce poboru prób		W _h , %	ASM, %
Piłsudskiego	0–10 cm	0,4	99,6
	10–30 cm	0,4	99,6
Szparagowa	0–10 cm	0,5	99,5
	10–30 cm	0,3	99,7
Park Klepacza	0–10 cm	1,8	98,2
	10–30 cm	1,6	98,4

Oznaczenie zawartości jonów żelaza w glebie wykonano zgodnie z punktem 3.4 metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Pomiar poprzedzony był wykonaniem krzywej wzorcowej. Wyniki zawartości jonów żelaza w badanych glebach zostały zebrane w tabeli 3.

Tabela 3. Zawartość jonów żelaza w oznaczanych glebach**Table 3.** Concentration of iron in analyzed soil samples

Miejsce poboru próby		Zawartość żelaza \pm odchylenie standardowe, mg Fe/kg s.m. gleby
Piłsudskiego	0–10 cm	7870 \pm 370
	10–30 cm	4590 \pm 188
Szparagowa	0–10 cm	4875 \pm 302
	10–30 cm	3550 \pm 227
Park Klepacza	0–10 cm	15120 \pm 801
	10–30 cm	16790 \pm 1058

Największą zawartością żelaza odznaczała się gleba pobrana w Parku Klepacza. Jest to prawdopodobnie związane z dość bogatą roślinnością, jaka występuje na tym terenie. Zwiększona zawartość tego metalu w tym rejonie może być wynikiem opadania na podłoże znacznych ilości liści, które obumierając, dostarczają glebie wielu składników, w tym również żelaza. Na tak wysoką zawartość żelaza ma również wpływ usytuowanie parku. Otoczony jest on budynkami, które zmieniają kierunki wiatrów lokalnych i powodują nanoszenie dużej ilości żelaza pochodzącego ze szlaków komunikacyjnych leżących w pobliżu.

W próbach pochodzących z ulicy Piłsudskiego do wysokiej zawartości żelaza w tej glebie przyczyniło się w największej mierze usytuowanie terenu w centrum miasta. Obszar ten narażony jest tym samym na zapylenie oraz znaczne zanieczyszczenia pochodzące z ruchu kołowego i tramwajowego. Na rozmieszczenie emitowanych pyłów duży wpływ mają dominujące kierunki wiatrów, jakie występują w mieście. Przeważają wiatry zachodnie, które wieją wzdłuż ulicy, co w rezultacie przenosi zanieczyszczenia na okolice gleby. Teren ten jest osłonięty od strony północnej przez budynki, co zapobiega łatwemu przedostawaniu się polutantów w tym kierunku. Niewielki spadek tego terenu w kierunku zachodnio-południowym oraz występujące dalej zabudowania uniemożliwiają osadzanie się i kumulowanie zanieczyszczeń na danym terenie.

Najniższą zawartością żelaza odznaczała się gleba pochodząca z obszaru Teofilowa. Na obszarze tym nie występowało nadmierne nasilenie ruchu kołowego oraz teren ten był ściśle otoczony roślinnością i budynkami zakładu Teofilów, co uniemożliwiało przeniesienie zanieczyszczeń z innych terenów miasta.

5. WNIOSKI

1. Odczyn badanych gleb we wszystkich próbach jest zasadowy. Wyjątek stanowi próba gleby pochodząca z Parku im. ks. bp. Michała Klepacza wykazująca odczyn obojętny w warstwie od 0–10 cm oraz lekko kwaśny na głębokości od 10 do 30 cm.

2. Zawartość procentowa wody higroskopijnej w badanych glebach waha się średnio od 0,5% dla gleb pochodzących z ulicy Piłsudskiego i ulicy Szparagowej do 1,7% w próbach pochodzących z Parku im. ks. bp. Michała Klepacza.
3. Zawartość jonów żelaza w analizowanych glebach była zróżnicowana. Największą zawartością jonów żelaza odznaczała się gleba występująca w Parku Klepacza, natomiast najmniej żelaza występowało w próbach pochodzących z ulicy Szparagowej w sąsiedztwie zakładu ZTK „Teofilów” S.A.
4. Na zawartość żelaza w glebie ma wpływ wiele czynników. Należą do nich m.in. roślinność, natężenie ruchu samochodowego i tramwajowego oraz wiatr.

PIŚMIENNICTWO

- BASSETT M. L. 2001. Haemochromatosis: iron still matters. *Int. Med. J.* 31 (4): 237–242.
- GURZAU E., NEAGU C., GURZAU A. E. 2003. Essential metals—case study on iron. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 56: 190–200.
- HASH R. B. 2001. Hereditary hemochromatosis. *J. Am. Board Fam.Pract.* 14 (4): 266–273.
- LITYŃSKI T, JURKOWSKA H, GORLACH E. 1976. *Analiza chemiczno-rolnicza*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- NEGISHI, T. i in. 2002. cDNA microarray analysis of gene expression during Fe-deficiency stress in barley suggests that polar transport of vesicles is implicated in phytosiderophore secretion in Fe-deficient barley roots. *Plant J.* 30: 83–94.
- PULLIN M. J, CABANISS S. E. 2003. The effects of pH, ionic strength, and iron–fulvic acid interactions on the kinetics of nonphotochemical iron transformations. II. The kinetics of thermal reduction. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 67(21): 4079–4089.
- SCHMIDT W. 2003. Iron solutions: acquisition strategies and signaling pathways in plants *Trends in Plant Science* 8(4): 188–193.
- SCHUMANN K. 2001. Safety aspects of iron in food. *Ann. Nutr. Metab.* 45(3): 91–101.
- THIMM O. i in. 2001. Response of *Arabidopsis* to iron deficiency stress as revealed by microarray analysis. *Plant Physiol.* 127: 1030–1043.
- WANG Y. H. i in. 2002. Rapid induction of regulatory and transporter genes in response to phosphorus, potassium, and iron deficiencies in tomato roots. Evidence for cross talk and root/rhizosphere-mediated signals. *Plant Physiol.* 130: 1361–1370.
- WIĘCKOWSKI S. 1989. *Wybrane zagadnienia ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego człowieka*. PWN, Warszawa.
- YANG Y., PATERSON E., CAMPBELL C. 2001. Accumulation of heavy metals in urban soils and impacts on microorganisms. *Huan Jing Ke Xue* 22(3): 44–48.