

Ewa M. Skibniewska*, Michał Skibniewski**, Tadeusz Kośla*

**ZAWARTOŚĆ MIEDZI W SIERŚCI KOTÓW WOLNO ŻYJĄCYCH
I DOMOWYCH Z TERENU WARSZAWY**

**COPPER CONTENT IN HAIR OF FREE LIVING AND DOMESTIC CATS
FROM THE REGION OF WARSAW**

Słowa kluczowe: miedź, sierść, koty wolno żyjące, koty domowe.

Key words: copper, hair, free living cats, domestic cats.

The investigations aimed at the assessment of copper contamination of the environment where an indicator was the coat of domestic and feral cats. Feral urban cat as a synanthropic animal living in the urbanized environment feeds on human consumption wastes. Thus it can be treated as a bioindicator of the presence of certain elements in the environment. Analyses of copper content in the hair were performed to check whether copper level is connected with living conditions and gender. The samples of coat were collected from the middle abdominal region. Then they were degreased and mineralized in the microwave apparatus in the concentrated nitric acid under increased pressure. Copper content was determined by the inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) method. The results were analyzed statistically with the help of the Statistica.

The mean copper content in the coat of the investigated cats amounted to 24.86 mg·kg⁻¹ of air dried hair. Considering the animal living conditions the highest copper content amounted to 30.08 mg·kg⁻¹ in the group of free living (wild) animals and in the group of breeding (domestic) cats the content of the investigated element was evidently lower, amounting to 19.64 mg·kg⁻¹ of air dried hair. The observed mean values do not differ from the mean values of copper content in the coat and hair of other mammals.

* Dr Ewa M. Skibniewska, prof. dr hab. Tadeusz Kośla – Katedra Biologii Środowiska Zwierząt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa; tel.: 22 593 66 18, fax.: 22 593 66 11; e-mail: ewa_skibniewska@sggw.pl

** Dr Michał Skibniewski – Katedra Nauk Morfologicznych, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa.

1. WPROWADZENIE

W organizmie ssaków poza tlenem, wodorem oraz azotem, które uczestniczą w utworzeniu około 96% masy ciała, występuje także 60 innych pierwiastków, określanych jako makro- i mikroelementy, a także pierwiastki, które nie są uważane za niezbędne do prawidłowego przebiegu procesów metabolicznych.

Miedź jest zaliczana do mikroelementów. Uczestniczy ona w różnych procesach biologicznych. W roli strukturalnej, jest obecna w elektrolitach, pełni funkcje regulacyjną jako kofaktor metaloenzymów [Krejpcio i in. 1999a]. Bierze udział w procesach odpornościowych, jest niezbędna do prawidłowego działania wielu hormonów i witamin. Jej deficyt jest związany z antagonistycznym działaniem niektórych pierwiastków chemicznych, jak: cynk, siarka, molibden i kadm.

Niedobory miedzi mogą powodować u zwierząt zaburzenia metaboliczne, które manifestują się między innymi:

- 1) zmianami jakości okrywy włosowej,
- 2) niedokrwistością,
- 3) utratą łaknienia,
- 4) obniżeniem zdolności rozrodczych,
- 5) zwłóknieniem mięśnia sercowego,
- 6) deformacją kości,
- 7) uszkodzeniami narządów wewnętrznych, a także
- 8) biegunkami.

Zwiększona podaż tego pierwiastka w diecie może łagodzić toksyczne oddziaływanie ołowiu na organizm zwierząt [Anke 1965; Anke, Risch 1979; Morawiec 1991; Krejpcio i in. 1999a; Krejpcio i in. 1999b; Szkoda, Żmudzki 1996; Foo, Tan 1998].

Jedną z metod oznaczania zawartości pierwiastków w organizmie jest określenie ich stężenia w surowicy krwi. Metoda ta jednak w dużym stopniu zależy od mechanizmów homeostacyjnych, a uzyskane wyniki nie zawsze odzwierciedlają stan rzeczywisty, ponieważ w wielu przypadkach krew spełnia jedynie funkcję transportową, zapewniając odpowiednie stężenie wielu jonów w odpowiednich tkankach bądź narządach [Krejpcio i in. 1999a; Unkiewicz-Winiarczyk 2009]. Inną metodą, w znacznie mniejszym stopniu zależną od mechanizmów homeostacyjnych, jest ocena stanu zaopatrzenia organizmu w składniki mineralne na podstawie analizy włosa [Radomska i in. 1991, Gellein i in. 2008]. Wielu autorów wyraża opinię, że badanie składu mineralnego włosów może być alternatywą dla standardowo przeprowadzonych oznaczeń zawartości składników mineralnych w surowicy krwi oraz w moczu [Maugh 1978, Gellein i in. 2008]. W badaniach przeprowadzonych u ludzi przyjmuje się, że pierwszy cał długości włosów (licząc od powierzchni skóry) pobranych z okolicy ciemieniowej jest dobrym wskaźnikiem ekspozycji organizmu na metale toksyczne oraz pierwiastki esencjalne w okresie ostatnich 6–8 tygodni [Bos i in. 1985, Klevay i in. 1987, Radomska i in. 2005]. Włos jest zatem cennym

materiałem analitycznym, zwłaszcza w razie przyżyciowego badania stanu zaopatrzenia organizmu w składniki mineralne (głównie mikroelementy), ponieważ zawartość tych składników w sierści jest zazwyczaj wyższa niż w surowicy krwi [Bodkowski i in. 2006].

Zdziczały kot miejski jako zwierzę synantropijne, bytujące w środowisku zurbanizowanym, spożywa pokarmy stanowiące odpadki konsumpcyjne człowieka. Może być zatem traktowany jako bioindykator występowania określonych pierwiastków w jego otoczeniu [Patkowska-Sokoła i in. 2004]. Populację kotów zamieszkujących środowisko wielkomiejskie można podzielić na szereg kategorii. Jedną z nich są osobniki bytujące wyłącznie w domostwach ludzkich, czyli koty całkowicie uzależnione od opieki człowieka, ich znaczenie dla stanu sanitarnego środowiska jest znikome. Kolejną kategorię stanowią koty bezdomne zamieszkujące w pobliżu siedzib ludzkich, które w sposób pośredni, zjadając odpady, lub bezpośredni, przy celowym dokarmianiu, korzystają z zasobów pokarmowych człowieka. Pozostałe to tzw. koty domowe wychodzące. Zwierzęta te są kategorią pośrednią między zwierzętami grupy pierwszej i drugiej [Liberg, Sandell 1988; Natoli 1994; Gunter, Terkel 2002].

Celem prowadzonych badań było użycie sierści kota jako indykatora kontaminacji środowiska miedzią w zależności od wpływu środowiska bytowania oraz płci zwierząt.

2. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy (n=40) stanowiła sierść pobrana od kotów utrzymywanych w warunkach domowych o udokumentowanym pochodzeniu (n=20) oraz od dziczających kotów miejskich (n=20). Wszystkie zwierzęta były klinicznie zdrowe i pochodziły z terenu Warszawy. Koty wolno żyjące odławiane były za pomocą specjalnych klatek-pułapek w ramach akcji ograniczającej populację kotów bezdomnych. W obu grupach zwierząt na podstawie badania klinicznego wyselekcjonowano po 10 samic i samców. Próby sierści pobrano z okolicy śródbrzusza. Badany materiał odtłuszczono z wykorzystaniem 70% etanolu w aparacie Soxleta. Następnie przeniesiono go do pojemników teflonowych i zmineralizowano w aparacie mikrofalowym ze stężonym kwasem azotowym pod ciśnieniem (próbka 0,25–0,5g powietrznie suchej masy).

Zawartość miedzi określono metodą emisyjnej spektrometrii atomowej z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP-OES). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica. Do porównań międzygrupowych zastosowano test najmniejszej istotnej różnicy (NIR).

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Średnia zawartość miedzi w sierści badanych zwierząt wynosiła 24,86 mg·kg⁻¹ powietrznie suchego włosa (tab. 1). U osobników wolno żyjących stwierdzono niemal dwukrotnie większe wartości w porównaniu do wyników odnotowanych w grupie kotów domowych. Uzyskano odpowiednio: 30,08 mg·kg⁻¹ u kotów dzikich oraz 19,64 mg·kg⁻¹ u kotów domowych.

Tabela 1. Zawartość miedzi w sierści kotów w zależności od środowiska utrzymania ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ powietrznie suchego włosa)**Table 1.** The Copper content in the cat coat depending on living conditions ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ air dried hair)

Parametry statystyczne	Koty		
	wszystkie osobniki	wolno żyjące	domowe
Liczebność grupy (n)	40	20	20
Średnia arytmetyczna	24,86	30,08*	19,64*
Standardowe odchylenie	13,7	15,25	9,76
Kwartył dolny (25%)	15,64	16,99	13,85
Mediana	20,5	30,00	17,89
Kwartył górny (75%)	31,29	38,94	21,17

* Istotne różnice przy $p \leq 0,05$.

Analizując zawartość miedzi w zależności od płci zwierząt (tab. 2) stwierdzono, że najwięcej tego pierwiastka zawiera sierść pochodząca od samców kotów dzikich – średnio $32,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. W grupie kotów domowych u obu płci wartości te są zbliżone i wynoszą średnio $19,65 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ miedzi (powietrznie suchego włosa).

Tabela 2. Zawartość miedzi w sierści kotów w zależności od płci ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ powietrznie suchego włosa)**Table 2.** The Copper content in the cat coat depending on gender ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ air dried hair)

Parametry statystyczne	Samice		Samce	
	wolno żyjące	domowe	wolno żyjące	domowe
Liczebność grupy (n)	10	10	10	10
Średnia arytmetyczna	27,6	19,4	32,5	19,9
Standardowe odchylenie	12,4	6,9	18,0	12,4
Kwartył dolny (25%)	16,1	15,0	19,0	12,0
Mediana	26,3	17,9	31,3	17,5
Kwartył górny (75%)	34,0	22,0	42,0	21,0

Analiza statystyczna otrzymanych wyników przedstawiona w tabeli 1 i 2 wykazała istotne różnice między nimi przy $p \leq 0,05$, w zależności od środowiska bytowania zwierząt (między grupą kotów dziedzicznych a grupą kotów hodowlanych). Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w zależności od płci badanych osobników.

Zawartość miedzi w sierści jest uzależniona od wielu czynników, wśród których należy między innymi wymienić rodzaj włosa oraz jego barwę. Wielu autorów wyraża opinię, że na zawartość składników mineralnych w sierści zwierząt istotny wpływ wywiera faza wzrostu włosa oraz związana z wpływami klimatycznymi okresowa wymiana okrywy włosowej. W badaniach zawartości miedzi stwierdzono, że zjawisko to nie ma tak dużego wpływu jak np. zawartość manganu [Anke, Risch 1979]. Do tej pory brak jest dobrze

udokumentowanych pozycji piśmiennictwa dotyczących analizy mikroelementów w sierści zwierząt mięsożernych oraz wartości referencyjnych, odnoszących się do ich zawartości u psów i kotów. Skibniewski i in. [2006] stwierdzili, że zawartość miedzi w sierści kotów wynosi średnio $24,95 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ powietrznie suchego włosa, u psów zaś przyjmuje nieco mniejsze wartości – średnio $15,66 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Podobną zależność zaobserwowano także w badaniach dotyczących innych ssaków. Skibniewska i in. [2006] stwierdziła, że w sierści żubrów pochodzących z Puszczy Białowieskiej średnia zawartość tego pierwiastka wynosiła $16,48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

U zwierząt domowych najniższy poziom miedzi odnotowano we włosach okrywowych koni. Autorzy niemieccy stwierdzili, że sierść koni zawiera średnio $5,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ miedzi [Ratjen, Anke 2000]. Otrzymane w badaniach własnych wyniki są zatem zbieżne z danymi literaturowymi z wyjątkiem koni, u których zawartość miedzi była zdecydowanie mniejsza. Należy jednak zaznaczyć, że zawartość tego pierwiastka w sierści zwierząt podlega pewnym zmianom w zależności od ich bytowania, rodzaju okrywy włosowej zwierząt, jej odmiany barwnej czy wreszcie bazy pokarmowej.

4. PODSUMOWANIE

Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że dziczące koty miejskie wchłaniają znacznie więcej miedzi niż koty domowe. Przyczynę tego stanu z pewnością stanowi baza pokarmowa tych zwierząt, oparta na odpadach konsumpcyjnych człowieka.

Przedstawione w opracowaniu badania powinny być kontynuowane w celu opracowania wartości referencyjnych dotyczących zawartości pierwiastków w sierści kotów i psów, podobnie jak analizy surowicy krwi. Pozwoliłyby one zarówno na diagnostykę chorób wynikających zarówno z niedoboru, jak i nadmiaru makro- i mikroelementów u przedstawicieli tych gatunków, jak i na określenie ich środowiskowej ekspozycji na poszczególne pierwiastki mineralne.

PIŚMIENICTWO

- ANKE M. 1965. Der Mengen- und Spurenelementgehalt des Rinderhaares als Indikator der Calcium-, Magnesium-, Phosphor-, Kalium-, Natrium-, Eisen-, Zink-, Mangan-, Kupfer-, Molybdän- und Kobaltversorgung. 2 Mitt. Der Mengen- und Spurenelementgehalt des Rinderhaares als in Abhängigkeit von der Schnittiefe, der Haarfarbe, dem Haaralter, dem Laktationsstadium und der Trächtigkeit. Arch. Tierernährung 15: 469–485.
- ANKE M., RISCH M. 1979. Haaranalyse und Spurenelementstatus, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BODKOWSKI R., PATKOWSKA-SOKOŁA B., DOBRZYŃSKI Z., JANCZAR M., ZYGADLIK K. 2006. Sheep wool as the indicator of environment pollution by heavy metals.

- [Wykorzystanie wełny owczej do oceny stopnia skażenia środowiska metalami ciężkimi.] Roczn. Nauk. PTZ. 1: 105–111 (in Polish).
- BOS A.J.J., VAN DER STAP C.C.A.H., VIS R.D., VERHEUL H. 1985. Sci. Tot. Environ. 14: 53–75.
- FOO S.C., TAN TC. 1998. Elements in the hair of South-east Asian islanders. Sci. Tot. Environ. 209: 185–192.
- GELLEIN K., LIERHAGEN S., BREVIK P.S., TEIGEN M., KAUR P., SINGH T., FLATEN T.P., SYVYRSEN T. 2008. Trace element profiles in single strands of human hair determined by HR-ICP-MS. Biol. Trace Elem. Res. 123: 250–260.
- GUNTHER I., TERKEL J. 2002. Regulation of free-roaming cat (*Felis Silvestris Catus*) populations: a survey of the literature and its application to Israel. Anim. Wel. 11: 171–188.
- KLEVAY L. M., BISTRAN B. G., NEUMANN C. G. 1987. Am. J. Clin. Nutr. 46:233–236.
- KREJPCIO Z., WÓJCIAK R. W., ZIELKE M., GAWĘDZKI J. 1999a: Level of calcium, magnesium, zinc and copper in the hair of elderly blind people. Mengen- und Spurenelemente, Jena 19: 525–531.
- KREJPCIO Z., OLEJNIK Z., WÓJCIAK R.W., KACZMAREK S., GAWĘDZKI J. 1999b. Evaluation of the content of calcium, magnesium, zinc and copper in the hair of young men from Poland. Mengen- und Spurenelemente, Jena 19: 514–518.
- LIBERG O., SANDELL M.1988. Spatial organisation and reproductive tactics in the domestic cat and other felids. In: Turner D.C. and Bateson P. (eds). The Domestic Cat: The Biology of its Behaviour, Cambridge Univ. Press: Cambridge, UK: 83–98.
- MAUGH T.H. 1978. Hair: a diagnostic tool to complement blood serum and urine. Science 202: 1271–1273.
- MORAWIEC M. 1991. Pierwiastki szkodliwe a Fe, Cu i Zn. Interakcje w organizmie zwierząt i ludzi. Ołów. Roczniki PZH 2: 121–126.
- NATOLI E. 1994. Urban feral cats (*Felis Catus L.*): perspectives for a demographic control respecting the psycho-biological welfare of the species. Ann. Ist. Super. Sanita. 30 (2): 223–227.
- PATKOWSKA-SOKOŁA B., BODKOWSKI R., DOBRZYŃSKI Z., ZYGADLIK K., BOLANOWSKI J. 2004. Human and animal hair as bioindicator of environmental pollution in Legnicko-Głogowski Copper-Region (LGOM). Chemistry for Agriculture, 494–502.
- RADOMSKA K., GRACZYK A., KONARSKI J. 1991. Hair analysis as evaluation method of mineral status in organism [Analiza włosów jako metoda oceny stanu mineralnego organizmu] Pol. Tyg. Lek. 46: 479–481 (in Polish).
- RADOMSKA K., DUNICZ-SOKOŁOWSKA, GRACZYK A. 2005. Badania nad zawartością biopierwiastków i metali toksycznych w organizmach (włosach) dzieci polskich w wieku 1-5 lat. J. Elementology 10, 5: 129–146.
- RATJEN A., ANKE M. 2000. Der Mengen-, Spuren- und Ultraspurenelementgehalt des Pferdehaares in Abhängigkeit von Lebensraum, Geschlecht, Haarfarbe. 1. Mitteilung:

- Der Kupfergehalt, Mengen- und Spurenelemente, Jena 20: 1169–1176.
- SKIBNIEWSKA E. M., KOŚLA T., SKIBNIEWSKI M., URBAŃSKA-SŁOMKA G. 2006. Copper concentration in chosen organs and tissues of free living European Bisons from Białowieża Forest, Polish J. Environ. Stud. 15, 2a: 479–481.
- SKIBNIEWSKI M., KOŚLA T., SKIBNIEWSKA E.M., KUPCZYŃSKA M., MAKOWIECKA M., KLIMKOWSKA P., URBAŃSKA-SŁOMKA G. 2006. Copper und Magnesium content in the Hair of Dogs and Cats Living in the Warsaw Area, Polish J. Environ. Stud. 15, 2a: 168–170.
- SZKODA J., ŻMUDZKI J. 1996. Występowanie miedzi w tkankach zwierząt, mleku, jajach i mieszankach paszowych. Miedź i molibden w środowisku problemy ekologiczne i metodyczne. PAN Komitet Naukowy Przy Prezydium PAN "Człowiek i środowisko", Warszawa. Zeszyty Naukowe, 14: 216–220.
- UNKIEWICZ-WINIARCZYK A., BAGNIUK A., GROMYSZ-KAŁKOWSKA K., SZUBARTOWSKA E. 2009. Zinc, manganese, calcium, copper, and cadmium level in scalp hair samples of schizophrenic patients, Biol. Trace Elem. Res. 127:102–108.